

**PLATTENOSTEOSYNTHESE
BEI OBERARMSCHAFTBRÜCHEN UND
-PSEUDARTHROSEN**

Wolfgang Frei

1978



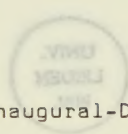
Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

(Direktor: Professor Dr. G. Heberer)

PLATTENOSTEOSYNTHESE

BEI OBERARMSCHAFTBRÜCHEN UND -PSEUDARTHROSEN



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Wolfgang Frei

aus

Kelheim

München 1978



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter : Professor Dr. R. Bedacht
Mitberichterstatter : Professor Dr. G. Heberer
Dekan : Professor Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung: 27.6.1978

Einleitung	1
1. Die Bedeutung der Musik	2
2. Die Entwicklung der Musik	3

3. Die Musik als Kunstform	4
4. Die Musik als Wissenschaft	5
5. Die Musik als Therapie	6
6. Die Musik als Pädagogik	7
7. Die Musik als Religion	8
8. Die Musik als Politik	9
9. Die Musik als Philosophie	10
10. Die Musik als Psychologie	11
11. Die Musik als Soziologie	12
12. Die Musik als Ökonomie	13
13. Die Musik als Ökologie	14
14. Die Musik als Ethik	15
15. Die Musik als Ästhetik	16
16. Die Musik als Technik	17
17. Die Musik als Wissenschaft	18
18. Die Musik als Kunstform	19
19. Die Musik als Wissenschaft	20
20. Die Musik als Therapie	21
21. Die Musik als Pädagogik	22
22. Die Musik als Religion	23
23. Die Musik als Politik	24
24. Die Musik als Philosophie	25
25. Die Musik als Psychologie	26
26. Die Musik als Soziologie	27
27. Die Musik als Ökonomie	28
28. Die Musik als Ökologie	29
29. Die Musik als Ethik	30
30. Die Musik als Ästhetik	31
31. Die Musik als Technik	32
32. Die Musik als Wissenschaft	33
33. Die Musik als Kunstform	34
34. Die Musik als Wissenschaft	35
35. Die Musik als Therapie	36
36. Die Musik als Pädagogik	37
37. Die Musik als Religion	38
38. Die Musik als Politik	39
39. Die Musik als Philosophie	40
40. Die Musik als Psychologie	41
41. Die Musik als Soziologie	42
42. Die Musik als Ökonomie	43
43. Die Musik als Ökologie	44
44. Die Musik als Ethik	45
45. Die Musik als Ästhetik	46
46. Die Musik als Technik	47
47. Die Musik als Wissenschaft	48
48. Die Musik als Kunstform	49
49. Die Musik als Wissenschaft	50
50. Die Musik als Therapie	51
51. Die Musik als Pädagogik	52
52. Die Musik als Religion	53
53. Die Musik als Politik	54
54. Die Musik als Philosophie	55
55. Die Musik als Psychologie	56
56. Die Musik als Soziologie	57
57. Die Musik als Ökonomie	58
58. Die Musik als Ökologie	59
59. Die Musik als Ethik	60
60. Die Musik als Ästhetik	61
61. Die Musik als Technik	62
62. Die Musik als Wissenschaft	63
63. Die Musik als Kunstform	64
64. Die Musik als Wissenschaft	65
65. Die Musik als Therapie	66
66. Die Musik als Pädagogik	67
67. Die Musik als Religion	68
68. Die Musik als Politik	69
69. Die Musik als Philosophie	70
70. Die Musik als Psychologie	71
71. Die Musik als Soziologie	72
72. Die Musik als Ökonomie	73
73. Die Musik als Ökologie	74
74. Die Musik als Ethik	75
75. Die Musik als Ästhetik	76
76. Die Musik als Technik	77
77. Die Musik als Wissenschaft	78
78. Die Musik als Kunstform	79
79. Die Musik als Wissenschaft	80
80. Die Musik als Therapie	81
81. Die Musik als Pädagogik	82
82. Die Musik als Religion	83
83. Die Musik als Politik	84
84. Die Musik als Philosophie	85
85. Die Musik als Psychologie	86
86. Die Musik als Soziologie	87
87. Die Musik als Ökonomie	88
88. Die Musik als Ökologie	89
89. Die Musik als Ethik	90
90. Die Musik als Ästhetik	91
91. Die Musik als Technik	92
92. Die Musik als Wissenschaft	93
93. Die Musik als Kunstform	94
94. Die Musik als Wissenschaft	95
95. Die Musik als Therapie	96
96. Die Musik als Pädagogik	97
97. Die Musik als Religion	98
98. Die Musik als Politik	99
99. Die Musik als Philosophie	100

Diese Arbeit ist meinen Eltern gewidmet

100. Die Musik als Kunstform	101
101. Die Musik als Wissenschaft	102
102. Die Musik als Therapie	103
103. Die Musik als Pädagogik	104
104. Die Musik als Religion	105
105. Die Musik als Politik	106
106. Die Musik als Philosophie	107
107. Die Musik als Psychologie	108
108. Die Musik als Soziologie	109
109. Die Musik als Ökonomie	110
110. Die Musik als Ökologie	111
111. Die Musik als Ethik	112
112. Die Musik als Ästhetik	113
113. Die Musik als Technik	114
114. Die Musik als Wissenschaft	115
115. Die Musik als Kunstform	116
116. Die Musik als Wissenschaft	117
117. Die Musik als Therapie	118
118. Die Musik als Pädagogik	119
119. Die Musik als Religion	120
120. Die Musik als Politik	121
121. Die Musik als Philosophie	122
122. Die Musik als Psychologie	123
123. Die Musik als Soziologie	124
124. Die Musik als Ökonomie	125
125. Die Musik als Ökologie	126
126. Die Musik als Ethik	127
127. Die Musik als Ästhetik	128
128. Die Musik als Technik	129
129. Die Musik als Wissenschaft	130
130. Die Musik als Kunstform	131
131. Die Musik als Wissenschaft	132
132. Die Musik als Therapie	133
133. Die Musik als Pädagogik	134
134. Die Musik als Religion	135
135. Die Musik als Politik	136
136. Die Musik als Philosophie	137
137. Die Musik als Psychologie	138
138. Die Musik als Soziologie	139
139. Die Musik als Ökonomie	140
140. Die Musik als Ökologie	141
141. Die Musik als Ethik	142
142. Die Musik als Ästhetik	143
143. Die Musik als Technik	144
144. Die Musik als Wissenschaft	145
145. Die Musik als Kunstform	146
146. Die Musik als Wissenschaft	147
147. Die Musik als Therapie	148
148. Die Musik als Pädagogik	149
149. Die Musik als Religion	150
150. Die Musik als Politik	151
151. Die Musik als Philosophie	152
152. Die Musik als Psychologie	153
153. Die Musik als Soziologie	154
154. Die Musik als Ökonomie	155
155. Die Musik als Ökologie	156
156. Die Musik als Ethik	157
157. Die Musik als Ästhetik	158
158. Die Musik als Technik	159
159. Die Musik als Wissenschaft	160
160. Die Musik als Kunstform	161
161. Die Musik als Wissenschaft	162
162. Die Musik als Therapie	163
163. Die Musik als Pädagogik	164
164. Die Musik als Religion	165
165. Die Musik als Politik	166
166. Die Musik als Philosophie	167
167. Die Musik als Psychologie	168
168. Die Musik als Soziologie	169
169. Die Musik als Ökonomie	170
170. Die Musik als Ökologie	171
171. Die Musik als Ethik	172
172. Die Musik als Ästhetik	173
173. Die Musik als Technik	174
174. Die Musik als Wissenschaft	175
175. Die Musik als Kunstform	176
176. Die Musik als Wissenschaft	177
177. Die Musik als Therapie	178
178. Die Musik als Pädagogik	179
179. Die Musik als Religion	180
180. Die Musik als Politik	181
181. Die Musik als Philosophie	182
182. Die Musik als Psychologie	183
183. Die Musik als Soziologie	184
184. Die Musik als Ökonomie	185
185. Die Musik als Ökologie	186
186. Die Musik als Ethik	187
187. Die Musik als Ästhetik	188
188. Die Musik als Technik	189
189. Die Musik als Wissenschaft	190
190. Die Musik als Kunstform	191
191. Die Musik als Wissenschaft	192
192. Die Musik als Therapie	193
193. Die Musik als Pädagogik	194
194. Die Musik als Religion	195
195. Die Musik als Politik	196
196. Die Musik als Philosophie	197
197. Die Musik als Psychologie	198
198. Die Musik als Soziologie	199
199. Die Musik als Ökonomie	200

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	1
ALLGEMEINER TEIL	3
1. Anatomische und funktionelle Vorbemerkungen	3
2. Frakturformen und -mechanismen am Oberarm	5
3. Unfallursachen bei Oberarmfrakturen	10
4. Primäre Nebenverletzungen	10
5. Die Frakturbehandlung mittels der Osteo- syntheseplatte	12
a. Behandlungsziel	12
b. Die operativen Zugänge	14
c. Material und Technik	15
d. Die Nachbehandlung	19
e. Behandlungsdauer	20
f. Sonderfall: Oberarmschaftbruch mit Lähmung des N. radialis	20
6. Indikation	22
7. Postoperative Komplikationen	23
8. Metallentfernung	26
SPEZIELLER TEIL: Retrospektive Untersuchung	28
1. Methodik der Auswertung	28
a. Nachuntersuchung nach den Prinzipien der Neutral-Null-Methode	29
b. Einteilung des Patientengutes	38
2. Ergebnisse: Präoperative Auswertung	39
Zahl der Operierten	39
Alter und Geschlecht	39
Unfallhergang	41
Aufnahmebefund	42
a. Lokalisation	42
b. Bruchart	43
c. Bruchformen	43
Unfallunabhängige Leiden	45
Primäre Nebenverletzungen am Oberarm	45
Todesfall als Unfallfolge	46
3. Ergebnisse: Postoperative Auswertung	46
Behandlungsart	46
Konservative Frakturbehandlung	47
Dauer der Arbeitsunfähigkeit von Seiten der Oberarmfraktur	48
Operationsindikationen	50
Operationsjahr	51
Zeitpunkt der operativen Versorgung	53
Operationsmethode	55

	Seite
Operateur	60
Lagerung	61
Zugang	61
Plattenlage	61
Operationswiederholung	62
Dauer der stationären Behandlung	62
Dauer der ambulanten Nachbehandlung	63
Postoperative Komplikationen	63
Krankengymnastische Nachbehandlung	65
Metallentfernung	65
4. Ergebnisse: Nachuntersuchung	67
Zeitpunkt der Nachuntersuchung	67
Beschwerden	68
Grobe Kraft und Beschwielung der Hand	69
Längen- und Umfangmaße	69
Grobe Messung der Bewegung im Schultergelenk	70
Exakte Messung der Beweglichkeit im Schulter-, Ellenbogen- und Unterarmgelenk	71
Schmerzen bei Bewegung	82
Bewegungseinschränkung in Vierteln	82
Röntgenbefund	83
Beruf bzw. Erwerbsminderung nach dem Unfall	84
Abschlußurteil	85
KASUISTIK	86
DISKUSSION	92
ZUSAMMENFASSUNG	97
LITERATURVERZEICHNIS	98
LEBENS LAUF	107

A. EINLEITUNG

Die konservative Behandlung der Oberarmschaftfraktur ist auch heute noch die am häufigsten verwandte Behandlungsmethode und führt, wie BÜHLER, REHN und TSCHERNE zeigen konnten, zu ausgezeichneten Ergebnissen. Jedoch hat auch die konservative Behandlung Grenzen, und es gibt echte Indikationen zur operativen Behandlung eines Oberarmschaftbruches.

Die früher überwiegend angewandten Osteosyntheseverfahren wie Cerclagen, Rush-pin, Mark- und Bündelnagelung sind heute mehr in den Hintergrund getreten. Cerclagenosteosynthesen am Oberarm sollten nach GRÄBER, POEPLAU und SCHWEIBERER ganz aus dem Operationsplan gestrichen werden. Keine Art der Osteosynthese verursacht nämlich so viele Pseudarthrosen (SCHOLZE), von der hypertrophischen bis zur ausgedehnten Nekrosepseudarthrose, wie die Cerclagenosteosynthese. Ursache der häufigen Fehlschläge ist das Unvermögen der Drahtschlingen, die Fraktur auf Dauer zu stabilisieren.

Die intramedullären Osteosynthesen wie Rush-pin und Marknagelung führen ebenfalls zu häufigen Fehlergebnissen, da die in den einzelnen Etagen wechselnde Form des Markraumes und die Hebelwirkung des Unterarmes früher oder später eine Rotationsinstabilität bedingen.

Mehr Rotationsstabilität bietet die Bündelnagelung, da die Enden der Bündelnägel gespreizt in der Spongiosa verankert werden können. Nachuntersuchungen von HOFMEIER und SCHWEIBERER haben jedoch gezeigt, daß auch die Bündelnagelung nur eine bedingt stabile Osteosynthese darstellt; alle Frakturen heilten unter Fixationscallus. Allerdings liegt die endgültige Pseudarthroserate mit etwas über 3 %, wie BRUG, BECK und MARSCHNER an einem Kollektiv von 121 Patienten nachweisen konnten, nicht sehr hoch. Vermerkt werden muß jedoch aus dieser Statistik eine Rate postoperativer Radialispareesen von 3 %, obwohl bei der Bündelnagelung die

Fraktur nicht freigelegt wurde. Allzu gewaltsame Manöver mit einem speziellen Repositionsgerät scheinen dafür verantwortlich zu sein. Gerade der apparative Aufwand mit einem Repositionsgerät und die Notwendigkeit, während des gesamten Nagelvorgangs mit Bildverstärkerkontrollen Röntgendurchleuchtungen durchführen zu müssen, ließ die Bündelnagelung wieder etwas in den Hintergrund treten.

Unter Abwägung der Nachteile der oben genannten operativen Verfahren gewinnt die Übungsstabile Plattenosteosynthese, eventuell kombiniert mit autologer Spongiosaplastik, zunehmend einen festen Platz in der operativen Behandlung der Oberarmschaftfrakturen und -pseudarthrosen, sofern Indikation und Operationstechnik dem heute zu fordernden Standard entsprechen.

Ziel dieser Arbeit war es nun, die durch dieses spezielle Osteosyntheseverfahren an der Chirurgischen Universitätsklinik München in den Jahren 1967 - 1975 erzielten Ergebnisse in einer Nachuntersuchung der betreffenden Patienten zu kontrollieren und kritisch zu beleuchten.

B. ALLGEMEINER TEIL

1. Anatomische und funktionelle Vorbemerkungen (57)

Die obere Gliedmaße ist beim Menschen als Greiforgan ausgebildet. Sie zeigt gegenüber der als Stützorgan tätigen unteren Gliedmaße eine große Beweglichkeit. Diese wird ermöglicht 1. durch die freiere Befestigung des Schultergürtels und 2. durch das Übergreifen der Gliedmaßenmuskeln auf den Rumpf.

Mechanik des Schultergelenks (Articulatio humeri)

Das Schultergelenk ist das beweglichste Kugelgelenk des menschlichen Körpers. Der große, halbkugelige Gelenkkopf, das Caput humeri, artikuliert mit einer relativ kleinen, ringsum durch eine Gelenksslippe, das Labrum glenoidale, vergrößerten Gelenkspfanne, der Cavitas glenoidalis (Fossa articularis). Die Gelenkkapsel ist schlaff und so geräumig, daß zwei Humerusköpfe in ihr Platz finden würden. Diese eben angeführten Faktoren, vor allem die schlaffe Kapsel, die geräumige Gelenkhöhle und die Muskelführung gewährleisten dem Schultergelenk einen außerordentlichen Bewegungsumfang. Man unterscheidet drei Hauptachsen:

1. die sagittale Ab- und Adduktionsachse
2. die transversale Pendelungsachse (für das Vor- und Zurückschwingen des Armes)
3. die vertikale Kreiselungsachse.

Das Zusammenwirken mit der Articulatio sternoclavicularis und acromioclavicularis, die wir funktionell ebenfalls als Kugelgelenke auffassen, erhöht den Bewegungsumfang des Armes noch bedeutend. Wohl selten erfolgt eine Bewegung nur in einem dieser drei Gelenke. Beim Erheben des Armes bis zur Horizontalen stößt der Humerus gegen sein Schutzdach. erst nachdem der Angulus inferior der Scapula nach lateral und ventral geführt und dadurch das Dach nach hinten verla-

gert ist, ist Raum geschaffen, der die Erhebung des Armes bis zur Vertikalen ermöglicht. Bei stärkerer Innenrotation des Armes hebt sich der Margo medialis scapulae vom Rumpf ab; außerdem wird die Clavicula nach vorne geführt. Umgekehrt wird bei stärkerer Außenrotation die Clavicula und damit auch die Scapula rückwärts geführt und der Margo medialis an den Rumpf gelegt.

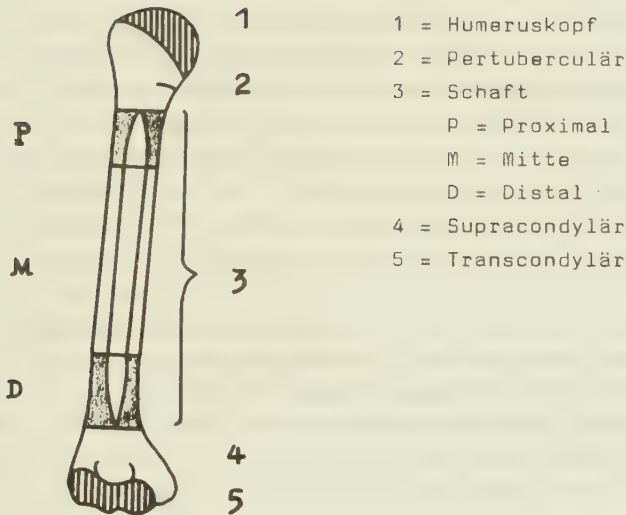
Das Ellenbogengelenk

Die Verbindung des Humerus mit den Unterarmknochen erfolgt durch die Articulatio humeroulnaris und die Articulatio humeroradialis des Ellenbogengelenks, wobei die Articulatio humeroulnaris die Hauptverbindung darstellt. Beide Teile zusammen werden mit der Articulatio radioulnaris von einer einheitlichen Kapsel umschlossen und als Ellenbogengelenk, Articulatio cubiti, bezeichnet.

Der Bewegungsumfang des Gelenks beträgt ungefähr 140 - 160 Grad. Bei Kindern und Frauen wird der Arm häufiger überstreckt (schwächere Kapsel). Auch der physiologische X-Arm ist bei der Frau in der Regel ausgeprägter.

Die Abschnitte des Humerus

Nach MUELLER et al. werden die Schaftknochen in fünf ungleichmäßige Abschnitte eingeteilt: in zwei Gelenksabschnitte, zwei metaphysäre Teile und den Schaft, wobei der Schaft nochmals in drei Abschnitte unterteilt werden kann: Proximaler und distaler Teil, wo die Markhöhle ausläuft, und Schaftmitte, wo der Markraum ungefähr gleich weit bleibt (Abb. 1).



(Abb. 1)

Abb. 1: Frakturlokalisation am Oberarm (36)

2. Frakturformen und -mechanismen am Oberarm

I. Allgemeines

Definitionsgemäß handelt es sich beim Knochenbruch um eine mechanische Zerstörung der Knochenstruktur.

Die große Mehrzahl aller Knochenbrüche wird durch Gewalt herbeigeführt, die von außen auf den Körper einwirkt. Direkte Frakturen entstehen am Ort der Gewalteinwirkung, indirekte Frakturen durch Hebelwirkung - auch Torsionsmechanismen gehören hierher -, wobei die äußere Gewalt von der Frakturstelle entfernt einwirkt.

Von pathologischer Fraktur spricht man, wenn die Zusammenhangstrennung durch vorbestehende Knochenveränderungen wesentlich begünstigt oder überhaupt erst möglich wird. Beim pathologischen Substrat handelt es sich entweder um eine örtliche Knochenveränderung oder um eine Systemerkrankung. Als Beispiele seien erwähnt: Frakturen bei hochgradiger Osteoporose im Alter, Frakturen bei umschriebener Schwächung des Knochens z.B. durch Knochenmetastasen. Man spricht auch von Spontanfrakturen und will damit ausdrücken, daß pathologische Frakturen meistens ohne besondere Gewalteinwirkung entstehen.

Bei den Ermüdungsbrüchen entsteht die Kontinuitätsunterbrechung des Knochens ohne akutes Trauma. Sie kommen mehr schleichend zustande. Die Ursache liegt in einem Mißverhältnis zwischen mechanischer Beanspruchung und Anpassungsfähigkeit des betreffenden Knochens.

II. Frakturformen und Entstehungsmechanismen (1)

Gwalteinwirkung und Festigkeit des Knochens bestimmen die Frakturform. Im allgemeinen ist die Druckfestigkeit des Knochens größer als die Zugfestigkeit. Darum kommen sehr viele Frakturen durch Zerrung des Knochengefüges zustande, wobei der Bruch senkrecht zur Zugrichtung erfolgt.

a. Bei der Bieungsfraktur treten an der Konvexseite längsgerichtete Zugspannungen auf. Beim Überschreiten der Elastizitätsgrenze entsteht an der Kuppe der Konvexität ein verschieden langer Querriß. Bei weiterem Biegen bildet sich nach der Konkavseite hin ein mehr oder weniger vollständiges Bieungsdreieck (Bieungskeil).

b. Torsionsfrakturen entstehen als spiralförmig verlaufende Zugfrakturen. Je rascher die Torsion erfolgt, desto weniger steil verläuft im allgemeinen die Schraubenlinie. In der Praxis sind die einfachen Torsionsfrakturen eher selten geworden. Fast immer ist der Torsionsmechanismus mit Biegung und Stauchung verbunden. Deshalb kommt es bei den meisten Drehbrüchen durch Torsion, Bie-

gung und Stauchung zum Herausbrechen eines rautenförmigen Fragments, zur Bildung eines sogen. Drehkeils.

c. Bei den Rißbrüchen durch Muskelzug verläuft die Frakturebene senkrecht zu den sich auswirkenden Zugspannungen (z.B. am Olecranon), ebenso bei den Abrißfrakturen am äußeren und inneren Knöchel. Bei der Abreißung kleinerer Corticalissegmente am Ansatz von Bändern oder Sehnen (z.B. Epicondylus humeri ulnaris) verläuft die Bruchebene meistens in der Richtung der Zugkräfte. Aber nicht selten ist der erste Teil der Abrißebene senkrecht zur Zugrichtung eingestellt.

d. Abscher- oder Schubfrakturen entstehen dann, wenn eine äußere Gewalt an der Grenze zwischen einem abgestützten und einem nicht unterstützten Knochenteil einwirkt. Glatte Querbrüche von Röhrenknochen sind als Schubfrakturen durch hohe Energieeinwirkung zu verstehen.

e. Kompressionsbrüche des spongiösen Knochens sind durch Einbruch der Wabenstruktur charakterisiert. Der Vorgang ist in der Regel irreversibel. Es entstehen Defekte, die unter Umständen durch ein Knochentransplantat ersetzt werden müssen, namentlich bei der Wiederherstellung von eingebrochenen Gelenkflächen. Bei den langen Röhrenknochen können sowohl Längs- als auch Querkompression eine Fraktur zur Folge haben. Bei übermäßigem Druck auf die Längsachse entstehen durch Ausweitung der Knochenröhre Zugspannungen und es kommt zur Berstung. Bei Querkompression entstehen am Ort der Gewalteinwirkung Trümmerzonen.

f. Trümmerbrüche (mehr als sechs Bruchstücke) entstehen immer durch hohe Gewalteinwirkung, wobei oft verschiedene Mechanismen zusammenwirken und zu einer Vielzahl von Splittern führen.

g. Mehrfragmentbrüche sind Bruchformen mit mindestens vier und höchstens sechs größeren Fragmenten.

h. Defektbrüche entstehen durch Verlust größerer Fragmente bei offenen Frakturen.

i. Bei unvollständigen Knochenbrüchen ist die Kontinuität des Knochens noch erhalten. Am häufigsten findet man

unvollständige Knochenbrüche im Wachstumsalter ("fracture en bois vert"). Sie kommen aber auch beim Erwachsenen vor ("Anrisse" oder Fissuren der verschiedenen Frakturformen).

III. Humerus

Im Interesse einer zweckmäßigen Behandlung der Humerusfrakturen ist zwischen Brüchen des Humeruskopfes, des Schaftes und des distalen Endes zu unterscheiden.

a. Humeruskopfbrüche

Bei Fall auf die Außenfläche der Schulter, ferner bei Sturz auf den Ellenbogen und die Hand frakturiert häufig der Humeruskopf. Diese Fraktur des Kopfes entsteht durch Achsenstoß oder durch ein Zusammenwirken von Biegung und Kompression.

Am häufigsten sind die pertuberculären Frakturen und die subcapitalen Frakturen im Collum chirurgicum. Ferner gibt es isolierte Abrißfrakturen des Tuberculum majus und minus, nicht so selten mit starker Verschiebung des Tuberculum majus unter das Acromion. Trümmerbrüche sind durch eine Mehrzahl von regellosen Fragmenten gekennzeichnet. Bekannt sind ferner Luxationsfrakturen, wobei der abgebrochene Kopf meistens nach unten disloziert wird. Isolierte Frakturen im Collum anatomicum kommen beim Erwachsenen kaum vor. Man findet sie dagegen im Wachstumsalter in Kombination mit einer Metaphysenfraktur.

b. Schaftbrüche

Sie entstehen meist indirekt durch Sturz auf Hand und Ellenbogen, oft mit gleichzeitiger Rotation verbunden. Durch Fall auf einen kantigen Gegenstand oder durch entsprechenden Schlag entstehen direkt Frakturen. Auch gibt es manchmal einen Diaphysenbruch durch unkoordinierte Muskelaktion, z.B. beim Werfen eines Diskus, von Steinen oder Handgranaten und auch bei fehlgehendem Hieb mit dem Tennisschläger. Wie bei den übrigen Röhrenknochen gibt es auch hier glatte Querbrüche, Biegungsbrüche, einfache Torsionsbrüche, kombinierte Torsionsbrüche mit Drehkeil und Trümmerfrakturen.

c. Frakturen des distalen Humerusendes

Bei den Frakturen des distalen Humerusendes zeigen sich Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen:

Durch Sturz auf den Ellenbogen oder den ausgestreckten Arm entstehen im Kindesalter die typischen supracondylären Extensions- und Flexionsfrakturen. Auch sind die Abrißfrakturen des Epicondylus humeri ulnaris seltener als die des radialis, bei Kindern viel häufiger. Der Abbruch erfolgt zur Hauptachse in der Epiphysenfuge. Die Abrißfraktur des Epicondylus humeri ulnaris ist meistens mit einer Luxation verbunden (Luxationsfraktur). Zudem wird der ulnare Epicondylus infolge Muskelzug (Flexoren) nach distal ins Gelenk verlagert.

Während bei kindlichen Frakturen der Bieungsmechanismus vorherrscht, spielt beim Erwachsenen auch die Stauchung in der Längsachse eine Rolle. Auf diese Weise kommt es zu der typischen Y-Fraktur. Abschermechanismen führen zum Abbruch des Condylus humeri radialis oder ulnaris. Demgegenüber gibt es auch Trümmerbrüche mit unregelmäßiger Fragmentbildung der gelenktragenden Elemente.

IV. Häufigkeit

1 % aller Brüche betreffen den Oberarmschaft (MANN und NEAL 38), wobei die einfachen Formen deutlich überwiegen. Nach den Angaben einer Sammelstatistik von BÖHLER, LOB, MÖSENER, RUEFF und PELZL, TUNCAY, VICK und KELLERMANN (11) über 1638 frische Schaftfrakturen ergibt sich folgende Häufigkeitsverteilung:

Drehbrüche	25 %
Bieungsbrüche	25 %
Querbrüche	25 %
Mehrfragment- und Trümmerbrüche	16 %
Schrägbrüche	9 %

Ermüdungsbrüche sind an den oberen Gliedmaßen ausgesprochen selten (DENGLER 13).

3. Unfallursachen bei Oberarmfrakturen

Bei den Oberarmschaftbrüchen, die in der Literatur gehäuft um das 40. Lebensjahr (MOCKWITZ 35, WIEDMER 59) beschrieben werden, gibt es, wie zu erwarten, keine signifikant unterschiedliche Geschlechtsverteilung (WIEDMER 59).

Als Verletzungsursache wird am häufigsten der Verkehrsunfall (KRAKOVIC 27, MOCKWITZ 35, WIEDMER 59), gefolgt von Sturz und häuslichem Unfall, angeführt. Der Arbeitsunfall kommt nur in 7,5 % (KRAKOVIC 27) bis 9,8 % (MOCKWITZ 35) der Fälle als Unfallursache in Betracht:

	WIEDMER (59)	MOCKWITZ (35)	KRAKOVIC (27)
Verkehrsunfall	33 %	54,9 %	30,1 %
Sturz	33 %	21,6 %	
Häuslicher Unfall			13,6 %
Arbeitsunfall		9,8 %	7,5 %

Bei jüngeren Altersgruppen sind laut KRAKOVIC (27) Sport und Spiel in einem relativ hohen Prozentsatz (22,6 %) unfallauslösend. 3/4 aller Sportverletzungen ereigneten sich in seiner Untersuchung vor dem 20. Lebensjahr.

4. Primäre Nebenverletzungen

I. Nervenschädigungen

a. Bei Humeruskopfbrüchen ist unter den Begleitverletzungen diejenige des N. axillaris (Deltamuskel und Sensibilitätsbezirk) weitaus am wichtigsten. In frischem Zustand wird sie leicht verkannt, weil die aktive Bewegung des M. deltoideus schmerzreflektorisch gehemmt ist. Ein Hinweis kann dagegen die Sensibilitätsstörung im Bereich der lateralen und dorsalen Schulterpartie des Oberarms geben. Andere Begleitverletzungen wie etwa ein Plexusschaden bei Luxationsfraktur (WILLENEGGER 1) und auch die primäre Radialisparese bei geschlossenen Frakturen des proximalen Humerusendes sind selten

(BÖHLER 10).

b. Die Hauptkomplikation bei Schaftfrakturen ist eine Schädigung des N. radialis, die früh- oder spätraumatisch auftreten kann (ECKE 16). Entsprechend den anatomischen Verhältnissen wird der Radialisnerv am häufigsten von allen Armnerven durch Verletzungen geschädigt (BETZEL 8); nach Angaben von MOCKWITZ (35) sollen sogar 50 % aller Verletzungen peripherer Nerven auf den N. radialis entfallen. Die Häufigkeit einer posttraumatischen Radialisläsion wird in der Literatur von den meisten Autoren mit 10 - 15 % angegeben (MÜSENER 16, MOCKWITZ 35, KLAR und KREBS 24). Eine geringere Incidenz fanden ECKE (16) mit nur 5 %, BÖHLER et al. (11) und PANNING (40) mit 7,9 % sowie WIEDMER (59) mit 8 %.

Angesichts der Tatsache, daß also etwa jede 5.-10. Oberarmschaftfraktur eine mehr oder weniger ausgedehnte posttraumatische Radialisparese hat, ergibt sich die Notwendigkeit, präoperativ und prae repositionem nach Paresen zu fahnden, weil sie sonst fälschlicherweise dem Eingriff und damit dem Operateur zur Last fallen (ECKE 16). Im Vordergrund stehen die motorischen Ausfallserscheinungen: beides, gestörte Streckung der Finger und gestörte Dorsalflexion der Mittelhand. Die Prüfung der Sensibilität (1. Interdigitalraum dorsal) ist bei frischen Verletzungen weniger zuverlässig (WILLENEGGER 1).

c. Auch bei supracondylären Frakturen findet man Radialisparesen, wenn der Nerv auf der proximalen Kante des peripheren Bruchstücks reitet (BÖHLER 10). Nach einer Zusammenstellung von BRUNS (13) entfallen 52 % aller Radialisparesen bei Oberarmbrüchen auf Frakturen des mittleren, 38 % auf Frakturen des distalen Schaftdrittels.

d. Bei Frakturen im Bereich des Condylus und Epicondylus humeri ulnaris ist der N. ulnaris am meisten gefährdet. Am zuverlässigsten ist nach WILLENEGGER (1) die motorische Prüfung (Spreizen und Adduktion der gespreizten langen Finger), die bei keiner Fraktur des distalen Humerusendes unterlassen werden darf. Das Suchen nach sensiblen Störungen ist bei frischer Fraktur weniger zuverlässig. Die übrigen Stammnerven

(N. radialis und N. medianus) und die A. cubitalis werden hauptsächlich nur bei Luxationen und Luxationsfrakturen gefährdet.

II. Andere primäre Nebenverletzungen

Zu Mehrfachverletzungen kam es in der Literatur bei rund 30 % aller Patienten mit einem Oberarmschaftbruch (MOCKWITZ (35), KRAKOVIC 28)). Die offene Fraktur, die nach SCHWEIKERT (55) immer, auch in der geriatrischen Unfallchirurgie, notfallmäßig behandelt werden muß, wird wegen des dichten Weichteilmantels (MUHR 38) nur in 5,9 % (MUHR (38), BÖHLER et al. (11)) bis 13,7 % der Fälle (MOCKWITZ 35) beschrieben. Schwere Weichteilverletzungen sind dabei selten (TSCHERNE 56). Ebenso werden glücklicherweise auch Verletzungen der Arterie im allgemeinen und insbesondere bei geschlossenen Schaftbrüchen selten beobachtet (BÖHLER (10), BÜRKLE DE LA CAMP (13), ECKE (16)).

Verletzungen anderer Nerven als die des N. radialis hatten sich in der Untersuchung von WIEDMER (59) 2 % der Patienten, die einen Schaftbruch erlitten, zugezogen. Ischämische Kontrakturen gehören nach Auffassung ECKES (16) nicht zum Bild der Oberarmschaftfraktur.

5. Die Frakturbehandlung mittels der Osteosyntheseplatte

a. Behandlungsziel

Als Hauptziel der Frakturbehandlung gilt nach Auffassung von ALLGÖWER, MÜLLER und WILLENEGGER (36) die Wiederherstellung der Funktion der verletzten Extremität. Zur Vermeidung von Fehlstellungen und zur Verhütung der Frakturkrankheit (Gelenkversteifungen und Weichteilschädigungen infolge zirkulatorischer Störungen) soll dem gebrochenen Knochen durch eine stabile Osteosynthese eine Festigkeit gegeben werden, die eine länger dauernde, äußere Fixation durch Gipsverbände er-

Übrigt und eine sofortige aktive Bewegungstherapie der verletzten Extremität erlaubt. Auch bei den wiederherstellenden Eingriffen am Skelett steht neben der zuverlässigen Verknöcherung die frühzeitige, aktive Funktionsbehandlung im Vordergrund. Wichtig sind ferner die Abkürzung des Klinikaufenthalts, die möglichst rasche Wiederherstellung der Tragfähigkeit des Knochens und die baldige Aufnahme der früheren Arbeit.

Die zwei Verfahren, die eine stabile Osteosynthese erlauben, sind nach der Erfahrung von ALLGÖWER et al. die Kompression und der intramedulläre Kraftträger. Der Wert der interfragmentären Kompression zur Erzielung einer stabilen Osteosynthese wurde allerdings schon lange vor der Gründung der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese von LAMBOTTE, DANIS, KROMPECHER, EGGER, CHARNLEY und vielen anderen erkannt. Die Wiederherstellung der früheren, vollen Funktion der verletzten Extremität wird nach MUELLER et al. erreicht

durch

anatomische Reposition, besonders wichtig bei Gelenkfrakturen

stabile Osteosynthese

Anwendung einer gewebeschonenden Operationstechnik, die die Erhaltung der Blutzirkulation in den Knochenfragmenten und in den Weichteilen möglichst gewährleistet.

Vermeidung der Immobilisierungsschäden, d.h. der Frakturkrankheit, durch möglichst frühzeitige, aktive, schmerzfreie Mobilisierung der frakturnahen Muskeln und Gelenke, ohne die Bruchheilung zu gefährden.

Die Verwirklichung dieser vier biomechanischen Behandlungsprinzipien gilt als Voraussetzung für eine einwandfreie Osteosynthese und führt zu einer optimalen Ausheilung nicht nur des Knochens, sondern der Verletzung schlechthin.

b. Die operativen Zugänge

Da man, wie BÜHLER meint, nach Osteosynthesen nicht selten vorübergehende oder dauernde Radialislähmungen sieht, erscheint die Frage nach dem "Zugang der Wahl" außerordentlich wichtig. Die Beschreibung der Zugänge hält sich im wesentlichen an Empfehlungen von ALLGÖWER, MUELLER, SAEGESSER und WILLENEGGER (1, 36, 45).

Frakturen im proximalen Drittel

Bei Frakturen des Humeruskopfes und des proximalen Schaftdrittels beginnt der Schnitt an der Spitze des Acromions und verläuft genau in der vorderen Axillarfalte bis knapp über den unteren Rand des M. pectoralis major hinaus. Von hier aus wird er auf einer Verbindungslinie - unterer Rand des M. pectoralis major/ Epicondylus humeri ulnaris - je nach Bedarf verlängert. Die Fascienöffnung erfolgt medial vom M. biceps, das Eingehen auf den Schaft im Sulcus bicipitalis (Schnitt 2)(Abb. 2)

Bei muskulösen Patienten ist der Zugang leichter, wenn der Schnitt bogenförmig über den vorderen Deltarand und von hier über den Sulcus bicipitalis lateralis geführt wird (Schnitt 3). SAEGESSER (45) weist an dieser Stelle ausdrücklich auf die sorgfältige Darstellung des N. radialis hin, der in diesem Bereich etwas mehr medial zu liegen kommt. Die spätere Narbe ist bei der eben beschriebenen Schnittführung allerdings nach Angaben von ALLGÖWER et al. immer verbreitert; oft wird sie sogar keloidartig (36).

Im Übrigen ist bei Schnitt 2 und Verlängerung von 3 die Abmeißelung des Coracoids zur übersichtlichen Darstellung des Operationsfeldes ohne weiteres möglich (Abb. 2).

Frakturen im mittleren Drittel

Frakturen im mittleren Schaftdrittel können über zwei verschiedene Zugänge angegangen werden: Bei dem eben beschrie-

benen Schnitt 3 (Abb. 2) im Sulcus bicipitalis lateralis durch den M. brachialis hält man sich am besten etwas ventral, da der N. radialis den Humerus im distalen Abschnitt schräg von dorsal/proximal her kreuzt.

Die Schaftmitte kann aber auch von einem dorsalen Schnitt (Verlängerung von Schnitt 4 nach proximal = Schnitt 5) (Abb. 4) längs durch die Tricepssehne in der Trennungslinie zwischen Caput longum und Caput laterale des M. triceps erreicht werden. Das intermuskuläre Septum zwischen den beiden Tricepsköpfen wird dabei stumpf durchtrennt. Die erste Maßnahme nach SAEGESESSER (45) ist auch hier wieder die genaue Orientierung über den Verlauf des N. radialis, der den Humerusschaft von proximal/medial nach distal/lateral kreuzt. Der Nervenstamm wird mit einem Bändchen angeschlungen und vorsichtig aus dem Operationsgebiet gezogen. Kommt er später direkt auf die Osteosyntheseplatte zu liegen, so wird diese mit einem Stück Muskulatur bedeckt.

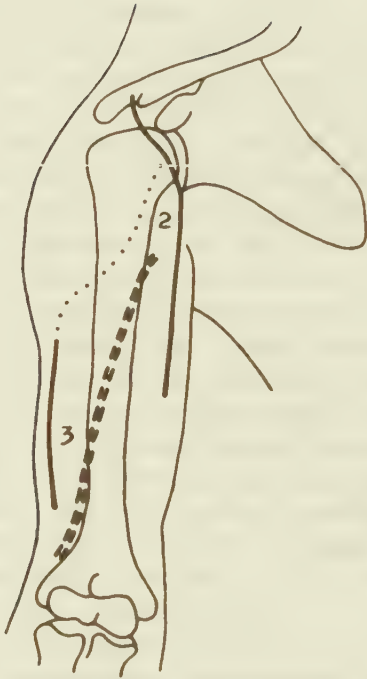
Frakturen im distalen Drittel

Der Standardzugang für die meisten distalen Humerusfrakturen wurde oben schon beschrieben (Schnitt 4). Nach WEHNER (58) gewährt der dorsale Zugang einen ausgezeichneten und allen Belangen gerecht werdenden Zugang zum Ellenbogen. Bei isolierten Abbrüchen des Epicondylus ulnaris und Epicondylus radialis sind die seitlichen Zugänge zweckmäßiger. Beim Eingehen auf der Ulnarseite ist stets der N. ulnaris aufzusuchen und zu präparieren.

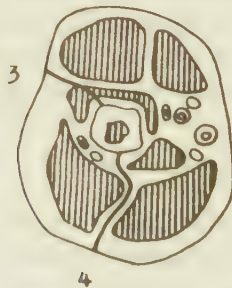
c. Material und Technik

Am Oberarm ist, im Gegensatz zur unteren Extremität, weniger eine anatomische Wiederherstellung als eine funktionsgerechte Reposition zu fordern (TSCHERNE 56). Die "Röntgenkosmetik" spielt hier eine untergeordnete Rolle (REHN 41).

Die Erfolgsaussichten der Frakturheilung sind der erreichten Stabilität und der Durchblutung direkt proportional. Gleich-



(Abb. 2)



(Abb. 3)



(Abb. 4)

Abb. 2 - 4: Schnittführungen am Oberarm (36)
Beschreibung siehe Text

zeitig liegt aber in der zu erreichenden Stabilität und der damit gegebenen Möglichkeit einer frühen Übungsbehandlung die Überlegenheit der Druckplattenosteosynthese gegenüber anderen Verfahren, insbesondere der Marknagelung (REHN 42). Deshalb sollte die Verplattung Übungsstabil sein (REHN 41).

Eine Übungsstabile Osteosynthese ist mit einer technisch einwandfreien Verplattung gewährleistet. Häufig ist zusätzlich die Anlagerung autologer Spongiosa indiziert (REHN 42). Die Technik der Osteosynthese muß genau den Empfehlungen der AO entsprechen (REHN 41). Versager sind fast regelmäßig in fehlerhafter Technik zu suchen. Die unzureichende Osteosynthese führt zu Instabilität, welche fast immer Ursache der ausbleibenden Heilung ist (REHN 42). REHN (41) macht bei entsprechender Anzeigestellung zur Operation ausschließlich von der Verplattung Gebrauch. Auch nach BANDI et al. (5) muß die Druckplattenosteosynthese derzeit als beste Möglichkeit angesehen werden.

Neben der benauen Beachtung der Operationsprinzipien wird der Wahl des geeigneten Implantats für den Erfolg der Osteosynthese entscheidende Bedeutung beigemessen (MUHR 38). Am Oberarmschaft sollten zur besseren Stabilisierung nur breite Platten mit versetzten Schraubenlöchern angesetzt werden. Schmale Platten sind am Humerus biomechanisch ungünstiger, bergen die Gefahr der Schaftsprengung und führen eher zu Frakturheilungsstörungen (MUHR 38). Knochendefekte und Trümmerbrüche erfordern eine primäre autologe Spongiosaplastik. Auch TSCHERNE (56) ist der Ansicht, daß schmale Platten der Belastung am Humerus nicht gewachsen sind.

Bei einer Reintervention sollten zumindest 7 - 8 Löcher der Platte mit gutfassenden Schrauben besetzt sein. Die 4-Loch-Platte und andere insuffiziente Verplattungen sind wenig Übungsstabil und daher abzulehnen (REHN 41 + 42).

Bei Quer- und Trümmerbrüchen des Humeruskopfes und -halses hat sich die T-Platte bewährt, die lateral angebracht werden soll (BANDI 4). Nach KRAKOVIC (27) empfiehlt sich die T-Platte vor allem bei Adipösen und Polytraumatisierten mit motori-

scher Unruhe nach Schädel-Hirn-Trauma. SANDER (46) ist der Meinung, daß bei Mehrfachverletzten der gerade Überstandene Schock nur selten moderne Stabilisierungsmethoden zuläßt, die zeitlich aufwendig sind. Oft müsse man sich hier mit Minimalosteosynthesen behelfen, die aber baldmöglichst unter günstigeren Bedingungen durch eine definitive Osteosynthese zu korrigieren sind.

Humeruskopfresektionen sollten bei Zertrümmerung nur im hohen Lebensalter durchgeführt werden (KRAKOVIC 27), weil trotz guter funktioneller Ergebnisse mit einer Einschränkung der großen Kraft in der betreffenden oberen Extremität gerechnet werden muß. BANDI (4) dagegen meint, man sollte einen geborstenen Gelenkkopf (besonders natürlich bei älteren Leuten) exstirpieren, da die Ergebnisse bei diesen komplizierten Frakturen oft trotz guter Osteosynthese unbefriedigend oder schlecht sind.

Die Behandlung der distalen Humerusfrakturen ist nach wie vor schwierig und setzt eingehende präoperative Planung sowie eine exakte Operationstechnik voraus. Trotz optimaler Versorgung lassen sich Mißerfolge nicht immer vermeiden (SCHAUWECKER 50). Auch WEHNER (58) bereiten die seiner Meinung nach ansteigenden, ausgeprägten und regellosen Trümmerbrüche des distalen Humerus die größten Schwierigkeiten. Ähnlich dem Knöchelbruch sind alle distalen Humerusfrakturen infolge des dünnen Weichteilmantels, nach dessen Schwellung es rasch zu Zirkulationsstörungen kommt, bei Notwendigkeit zur Osteosynthese am besten notfallmäßig zu versorgen (WEHNER 58). Bei pathologischen Frakturen kommt zusätzlich Pallakos zur Anwendung, wobei nach GRÜNERT (20) höhere Stabilitätswerte zu erreichen sind, wenn die Gewinde erst in den erhärteten Zement geschnitten werden.

Frauen sind von pathologischen Frakturen doppelt so häufig betroffen wie Männer. Als Ursache findet man wesentlich häufiger Metastasen als primäre Knochentumoren; dabei führen die Metastasen beim Mamma-Carcinom am häufigsten zu einer pathologischen Fraktur (KREBS 29). Bei diesen malignen Erkrankungen gibt die Osteosynthese den an sich inkurablen

Krebskranken eine echte palliative Chance, zumal die durchschnittliche Überlebenszeit nach der pathologischen Fraktur mehr als ein Jahr beträgt. Die Funktion der betroffenen Gliedmaße wird oft weitgehend zurückerlangt.

d. Die Nachbehandlung

Richtig behandelte Oberarmschaftfrakturen sind gewöhnlich in der Nachbehandlung unproblematisch (COTTA 14). SAEGESEER (45) und WILLENEGGER (1) stimmen in der Ansicht überein, daß der Verletzte schon am Operationstag oder aber am Tag danach aufstehen darf. Von der Beanspruchbarkeit der Osteosynthese hängt es ab, ob man mit den aktiven, u.U. passiv unterstützten Bewegungsübungen schon frühzeitig oder erst nach drei bis sechs Wochen beginnen kann.

Da das Schultergelenk wie kein anderes Gelenk unseres Körpers schon nach kürzester Zeit Immobilisierungsschäden zeigt, meinen COTTA (14) und MUHR (38), daß bei operativer Stabilisierung durch die Platte schon am ersten Tag post operationem mit aktiven Bewegungsübungen sämtlicher Gelenke begonnen werden kann. Auch bei SAEGESEER (45) darf der Patient bei technisch einwandfreier Versorgung schon am Tag nach der Operation mit den aktiven Bewegungsübungen beginnen. Die abnehmbare, aus einem Zirkulärgips hergestellte dorsale Gips-longette hat sich in seinem Krankengut dabei bewährt.

REHN (41) beginnt die Übungsbehandlung nach Schwinden des Wundschmerzes um den 4. postoperativen Tag. Ganz allgemein ist dabei auf Einschränkungen der Schulter- und Ellenbogenbeweglichkeit zu achten. Die postoperative Ruhigstellung ist nach seiner Auffassung in jedem Lebensalter für die spätere Funktion belanglos.

Auf Grund biomechanischer Berechnungen, die nach eigenen Angaben zuverlässige Parameter zur Beurteilung der Übungsstabilität einer Osteosyntheseart darstellen, empfiehlt DIEHL (15), eine zusätzliche Beanspruchung der Osteosynthese in der Frühmobilisation, also bis zur beginnenden knöchernen Überbauung des Knochenspalts, unbedingt zu vermeiden. Eine

Übungsstabile Osteosynthese muß allerdings so biege- und drehfest sein, daß sie die Biege- und Drehkräfte der frühfunktionellen Behandlung ohne Aufklaffen des Knochenspalts, ohne Lockerung oder gar Zerstörung der Osteosynthese auffangen kann.

In den Bereich der Nachbehandlung fällt auch die Exponentialstromtherapie nach Radialispareesen. Sofort nach Auftreten der Lähmung wird von COTTA (14) eine Exponentialstromtherapie eingeleitet, bis klinisch oder elektrodiagnostisch eine Reinnervation feststeht oder nicht mehr erwartet werden kann. Sobald eine Reinnervation nachweisbar ist, wird die Elektrotherapie abgesetzt und die Muskulatur nur noch aktiv geübt. Die Gefahr einer Beugekontraktur im Handgelenk wird durch eine volare Unterarmgipsschiene mit leichter Dorsalflexion und ulnarer Abduktion der Hand vermieden. Auch MOCK-WITZ (35) empfiehlt nach Nervenläsionen 3 x wöchentlich eine Nachbehandlung mit Reizstromtherapie, wobei zur Vermeidung einer Gelenkskontraktur ebenfalls eine Radialisschiene zur Anwendung kommt.

e. Behandlungsdauer

Hippokrates veranschlagte beim Oberarmschaftbruch eine "Heilungszeit" von 40 Tagen (ECKE 16). Die Angaben in der heutigen Literatur über die Dauer der Arbeitsunfähigkeit reichen von 12,6 Wochen (WIEDMER 59) bis zu 40 Wochen (FENYÖ 17). Nach BÜRKLE DE LA CAMP (13) bedingen in guter Achsenstellung und störungsfrei abheilende Frakturen im Durchschnitt eine Arbeitsunfähigkeit von 3 - 5 Monaten.

Der Klinikaufenthalt betrug bei den mit einer Platte versorgten Patienten, die die Untersuchung von WIEDMER (59) erfaßte, durchschnittlich 13,3 Tage, bei der Metallentfernung 5 Tage.

f. Sonderfall: Oberarmbruch mit Lähmung des N. radialis

Geht der Oberarmschaftbruch mit einer Lähmung des N. radialis einher, so ist er erfahrungsgemäß (SAEGESSER 45) in etwa

15 % durchgerissen, in 85 % nur durch eine Kontusion geschädigt, so daß er sich dank seiner guten Regenerationsfähigkeit im weiteren Verlauf wieder erholt.

Genaue Auskunft über den Zustand des Nervens kann man bereits 3 Tage nach Auftreten der Lähmung durch die percutane Bestimmung der elektrischen Reizschwelle des Nervs erhalten, wie FISCH (45) diese regelmäßig bei der Facialisparesie vornimmt. Lassen sich nach dieser kurzen Zeit Zeichen einer beginnenden Degeneration der Nervenfasern feststellen (SAEGESSER 45) oder ist die Zerreißung des Nervens bei gleichzeitiger, weit offener Fraktur ohnehin schon gesichert (BÖHLER (10), BÜRKLE DE LA CAMP (13), BREWKA (12)), so muß die Frakturstelle freigelegt und eine Primärnaht vorgenommen werden. DAVIS und STOCKEY sind der Ansicht, die Primärnaht sollte ohne erweiternden Eingriff erfolgen, wenn sich die Nervenstümpfe anbieten. Auch SARVESTANI und SAMII (48) meinen, daß bei völliger Durchtrennung des Radialisnervens nicht mehr mit einer Spontanheilung zu rechnen ist. Allerdings hat sich in den Augen von MILLESI und SAMII (33) die autologe Nerventransplantation inzwischen als Methode der Wahl bewährt.

Technisch erscheint es zweckmäßig, den N. radialis zunächst stets proximal - über dem Verletzungsgebiet - aufzusuchen und im gleichen Eingriff die osteosynthetische Versorgung, wenn möglich, mit einer Neutralisationsplatte, vorzunehmen. Zwischen die Platte und den Radialisnerv wird eine gut ernährte Muskelschicht gelegt.

Eine Verlagerung des N. radialis auf die Beugeseite bei Frakturen im mittleren Schaftdrittel, die mit einer Dehnung des Nervens einhergehen, hält SCHOLZ (52) als Entlastungsmethode für zu gering. Vielmehr erscheint es ihm zweckmäßig, die relative Verlängerung bei entsprechender Indikation durch eine Verkürzungsosteotomie zu erreichen.

Bei geschlossener Humerusfraktur mit primärer Radialisläsion ist nach Ansicht fast aller Autoren (BREWKA (12), BÖHLER (10), BÜRKLE DE LA CAMP (13)) konservatives Abwarten indiziert, da der N. radialis von den drei Nervenstämmen am Arm das weitaus beste Regenerationsvermögen zeigt. Im Laufe von 6-8 Monaten

kann man mit einer vollen Funktion rechnen, sofern es nicht sekundär zu einer Kalkumklammerung kommt - ein sehr seltenes Ereignis. In diesem Fall sollte die Freilegung des Nervens immer von proximal her erfolgen, weil hier noch völlig intakte Verhältnisse vorherrschen und man den Nerv gewissermaßen als Leitseil zur Verletzungsstelle benutzen kann (SAEGESSER 45). BÖHLER (10) rät zur Freilegung, wenn Lähmungen nach 4-5 Monaten nicht zurückgehen, BREWKA (12) schon nach 6-8 Wochen.

6. Indikation

Der Oberarmschaftbruch ist unter allen Schaftbrüchen der langen Röhrenknochen der gutartigste (BÖHLER 9). Deshalb geben viele Autoren den konservativen und funktionellen Behandlungsverfahren den Vorzug (SANDER et al. (47), BÖHLER (10) und (9), viele erkennen ihre Berechtigung an (BÜRKLE DE LA CAMP (13), WIEDMER (59), REHN (41)), und SAEGESSER (45) behandelt, von Ausnahmen abgesehen, sogar grundsätzlich konservativ wie auch BÖHLER (10) und andere (z.B. TRENTZ in HEBERER et al. (21)).

Die besonderen Vorzüge der konservativen Behandlung dürfen jedoch nicht zur Ausschließlichkeit führen (MUHR 38). Denn bei der Anzeigenstellung sind vor allem auch biologische Gesichtspunkte zu berücksichtigen wie z.B. das Alter des Patienten, die Art des Bruchs und das Ausmaß der Nebenverletzungen. Daneben spielt gerade bei Verletzungen am Arm auch die psychische Einstellung des Verletzten eine Rolle (BÜRKLE DE LA CAMP 13). Sicherlich darf auch nicht übersehen werden, daß die operative Behandlung von Frakturen des Oberarmschaftes eine ganze Reihe von Gefahren mit sich bringt, wie etwa eine vorübergehende oder dauernde Radialisparese (BÖHLER (10), SAEGESSER (45)), die eine viel schlechtere Prognose hat als eine primäre (BUFF in BANDI (3)), oder auch die drohende falschgelenkentwicklung bei insuffizienter Operationstechnik (REHN (41), BÖHLER (10)) und schließlich die wesentlichste Gefahr der Infektion (MAURER und LECHNER (32), BÖHLER (10)).

Es ist deshalb bei der Vielfalt der Meinungen zur Osteosynthese

nicht verwunderlich, daß die zahlreichen Publikationen zur Indikationsstellung nur annähernd einheitlich dargestellt werden können. Im wesentlichen lassen sich unter Berücksichtigung der neueren Literatur (BANDI (3), MUHR (38), MÜLLER (36), SCHWEIBERER (54), TSCHERNE (56), TRENTZ in HEBERER et al. (21)) folgende Anzeigestellungen für die Plattenosteosynthese bei Oberarmschaftfrakturen nennen:

A. Absolute Indikationen:

1. Offene Humerusfrakturen, hier vor allem zweit- und drittgradig offene Brüche, häufig einhergehend mit Knochendefekten, auch der Schußbruch mit Gefäßverletzung.
2. Humerusfrakturen mit primärer Radialisparese und solche, die nach Repositionsmanövern oder während der konservativen Behandlung sekundäre Radialisparesen entwickeln.
3. Serienfrakturen der oberen Extremität.
4. Doppelseitige Humerusschaftfrakturen.

B. Relative Indikationen:

1. Polytrauma mit Humerusschaftfraktur.
2. Reine Quer- und distale Schaftbrüche, die zu verzögerter Konsolidierung und Pseudarthrose sowie zu stärkeren Rotationsfehlstellungen neigen.
3. Humerusschaftfrakturen mit erheblicher Fehlstellung.
4. Wunsch des Patienten, keinen fixierenden Verband tragen zu müssen.

7. Postoperative Komplikationen

a. Die Pseudarthrose ist die häufigste Komplikation nach Oberarmschaftbrüchen (BÜRKLE DE LA CAMP 13) und bedingt eine Erwerbsminderung von 30 - 50 %. Im distalen Oberarmbereich findet man sie allerdings selten (SCHAUWECKER 50). Generell kann es als Folge eines Traumas, einer Infektion oder infolge von Behandlungsfehlern zu Falschgelenkbildung kommen (ECKE 16). Die meisten Pseudarthrosen entstehen durch

ungünstige BruchEinstellung, ungenügende Osteosynthese bzw. Ruhigstellung sowie vor allem durch übertriebene Zugbehandlung bei konservativem Vorgehen (BURKLE DE LA CAMP 13). Hauptursache bei der operativen Therapie ist die instabile Osteosynthese oder die Infektion (BECK 6). Deshalb nehmen die Pseudarthrosen mit der vermehrten Verwendung falsch indizierter und technisch unzulänglicher operativer Verfahren zu (REHN 41). Auch SANDER (46) beobachtete immer wieder Heilungsstörungen, deren Ursachen - abgesehen von technischen Fehlern - in der Nichtbeachtung biomechanischer Gegebenheiten, falscher Indikation und ungenügender Einschätzung des erzielten Stabilitätsgrades lagen.

Ein exakter Zeitraum für die Entstehung einer Pseudarthrose kann nicht angegeben werden. Praktischen Wert hat jedoch, von einer Pseudarthrose zu sprechen, wenn ein Bruch eines langen Röhrenknochen nach 1/2 Jahr noch nicht geheilt ist (BECK 6). Die Häufigkeitsangaben für die Entstehung eines Falschgelenks nach operativer Behandlung eines Oberarmschaftbruchs schwanken in der Literatur außerordentlich:

Bei BÖHLER (9), der in dieser Frage eine Statistik aus der Unfallklinik in Murnau (LOB) anführt, kam es in 47,8 %, bei KRAKOVIC (28) in 26,1 %, bei MUHR (38) und TSCHERNE (56) nur in 7,4 % der Operationen zur Ausbildung eines Falschgelenks.

Eine Heilung der Pseudarthrose darf man nur von der Spanverpflanzung oder von der Osteosynthese, eventuell in Kombination mit einer autologen Spongiosaplastik, erwarten. Der spongiöse Knochen hat eine bessere osteogenetische Potenz als die Kortikalis. Er wird rascher eingebaut. Bei fehlender Ruhigstellung wird die Spongiosa jedoch rasch in Bindegewebe umgewandelt (BECK 6).

Die fehlende knöcherne Überbrückung einer Fraktur nach einer operativen Behandlung sollte möglichst frühzeitig erkannt und bereits im Stadium der verzögerten Bruchheilung Anlaß zur Osteosynthese bzw. Reintervention sein. Mit seltenen Ausnahmen sollte die Pseudarthrose immer operativ zur Ausheilung gebracht werden (BURKLE DE LA CAMP (13), KLEMS (25), KNÖFLER

(26), REHN (42)), wobei die AO-Platte nach DANIS und MÜLLER eine ausgezeichnete Form der Osteosynthese in der Falschgelenkbehandlung darstellt (BECK 6).

Fast alle Autoren (REHN (41+42), BECK (6), SANDER (46), MÜLLER, WILLENEGGER, ALLGÖWER und VICK in MUHR (38)) verwenden bei hypertrophischen Pseudarthrosen die Druckplatte der AO und ergänzen dieses Verfahren bei den atrophischen Formen durch die Anlagerung autologer Spongiosa.

b. Der Nachteil der Verplattung liegt außerdem in einer möglichen Schädigung des N. radialis, auch oder gerade bei der notwendigen Isolierung. Diese ist aber bei exakter und schonender Freilegung des Nerven voll reversibel (REHN 41).

Diese Schädigungen des Radialisnerven sind, vor allem nach operativem Vorgehen, häufig (REHN 41); wenn man TSCHERNE (56) glauben will, sogar erschreckend häufig. Außerdem nimmt die Zahl der Radialisläsionen beim Rezidiveingriff wegen der vorausgegangenen Operation zu (REHN 41). Die geringste Häufigkeit der Literatur findet man bei MUHR (38) mit 3,4 %, allerdings irreparablen, Radialisparesen; REHN (42) gibt bei 44 Druckplattenosteosynthesen 4 (= 9,1 %), BÖHLER (9) aus der Studie von LOB bei 67 Operationen 7 (= 10,5 %) sekundäre Radialisschädigungen an. REHN (42), der über 55 Pseudarthrosen berichtet, die in 36 Fällen auswärts operativ vorbehandelt worden waren, fand in 13 Fällen (= 36,1 %) postoperative Lähmungen des N. radialis, WIEDMER (59) bei 16 Verplattungen 4 (= 25 %).

c. Die Osteomyelitis ist eine fast ausschließliche Komplikation der operativen Frakturbehandlung und jede Osteosynthese ist mit der Gefahr einer Infektion behaftet. Wegen der guten Durchblutung und des kräftigen Weichteilmantels ist diese Komplikation, z.B. gegenüber der Tibia, selten (REHN 41 + 42). Die Häufigkeit wird bei MUHR (38) mit 4,2 % aller Fälle und bei BÖHLER (9) nach der obengenannten Untersuchung von LOB mit 17,9 % aller operativ behandelten angegeben. Die 55 Pseudarthrosen, die REHN (42) zur Behandlung übernahm, waren

zu fast einem Drittel (27,8 %) infiziert.

Die Behandlung der Osteomyelitis besteht bei noch stabiler Osteosynthese in der operativen Einbringung einer Saug-Spül-drainage, die dem Eiter Abfluß verschaffen soll, und gleichzeitiger Anlagerung autologer Spongiosa zur Heilungsbeschleunigung. Haben sich die metallischen Fremdkörper bereits gelockert, werden sie entfernt und der osteomyelitische Herd mechanisch gereinigt. Etwa 9-12 Monate nach Beendigung der Eiterung erfolgt die stabile Verplattung mit zusätzlicher autologer Spongiosaplastik (REHN 41 + 42).

d. Seltener kommt es bei der Verplattung zu anderen Nervenläsionen (nach WIEDMER (59) zwar bei 12,5 % der Druckplattenosteosynthesen) oder sehr selten zu einer aseptischen Humeruskopfnekrose, die sich aber auch bei konservativer Behandlung, vor allem bei Frakturen im Collum anatomicum, nicht völlig vermeiden läßt (GLINZ 19).

8. Metallentfernung

Die Indikation zur Metallentfernung ist stets dann gegeben, wenn eine Fraktur fest geworden und das Osteosynthesematerial als innerer Kraftträger nicht mehr erforderlich ist, zumal das Material auf die Dauer das physiologische Spannungsgefüge der Knochenstruktur zu stören vermag (FRIEDRICH 18). Im Zusammenhang mit der Anzeigestellung zur Entfernung des Materials ergeben sich stets drei wesentliche Fragen: wann - wo - wie? Die Wahl des richtigen Zeitpunkts zur Metallentnahme ist dabei von entscheidender Bedeutung. Häufigster Fehler ist die zu frühzeitige Entfernung.

Prinzipiell sollten Schrauben, Platten und auch Nägel bei jüngeren Patienten nicht vor 12 Monaten entfernt werden. Von einer Metallentnahme ganz absehen sollte man bei betagten Patienten, denen ein erneuter Eingriff nicht zugemutet werden kann, und natürlich bei operativ fixierten pathologischen Frakturen (FRIEDRICH 18). MUHR (38) verzichtet in der Regel aus folgenden Gründen auf eine Metallentfernung:

- a. Weniger axialen Kräften ausgesetzt, ist am Humerus die Gefahr der Spongiosierung geringer.
- b. Neue Legierungen und Herstellungsverfahren liefern korrosionsstabile Implantate ohne wesentliche röntgenologische und klinische Metallosezeichen.
- c. Das relativ große Risiko, durch einen unnötigen Eingriff Komplikationen (z.B. eine sekundäre Radialisparese) zu provozieren.

Wegen dieser Gefahr der intraoperativ verursachten Radialis-schäden bei der Entfernung von Osteosynthesematerialien, die sehr leicht durch Hakendruck oder direkte Alteration entstehen, gehören nach ECKE (16) Plattenentfernungen in die Hand eines erfahrenen Operateurs.

Nach der Plattenentfernung bleibt ein geschwächter Rindenabschnitt zurück, der der Stützfunktion des Armes nicht immer gerecht wird. Denn speziell bei der Plattenosteosynthese ist mit einer allmählichen Änderung der mechanischen Eigenschaften des Knochens zu rechnen. Infolge der bekannten morphologischen Veränderungen der Cortikalis im Plattenbereich kann sich die Festigkeit in dieser Region vorübergehend verringern (SANDER 46).

C. SPEZIELLER TEIL: Retrospektive Untersuchung

1. Methodik der Auswertung

Im Rahmen einer Studie an 10 Deutschen AO-Kliniken zur Erfassung möglichst vieler nach dem Prinzip der Plattenosteosynthese operativ versorgter Humerusfrakturen fand auch an der Chirurgischen Klinik der Universität München eine Nachuntersuchung der betreffenden Patienten statt.

Von der Abteilung für Medizinische Dokumentation konnte in Erfahrung gebracht werden, daß vom Jahr 1967 bis zum Sommer 1975 insgesamt 155 Patienten mit einem Oberarmbruch operativ mit einer AO-Platte versorgt wurden. Um alle Patienten zu erfassen, wurden die Operationsbücher der Jahre 1967 - 1975 durchgesehen und alle operierten Patienten auf diese Weise erfaßt.

Alle 155 Patienten wurden angeschrieben und im Sommer 1975 zu einem Nachuntersuchungstermin in die Chirurgische Klinik gebeten. Bei Nichtbeantwortung wurden die betreffenden Personen erneut angeschrieben, um ein möglichst großes Kollektiv zu erfassen. Bei einigen Patienten konnte ihre neue Adresse nur über den Umweg des Stadtadressbuchs ausfindig gemacht werden, so daß insgesamt 112 Patienten erreicht wurden.

Die Nachuntersuchung fand vom Sommer 1975 bis ins Frühjahr 1976 statt, d.h. also längstens 9 Jahre nach dem operativen Eingriff. Bei den Patienten, die unserer Untersuchungsaufforderung nachkamen (69 Personen), wurde anhand eines von der AO konzipierten Untersuchungsbogens eine ausführliche Anamnese erhoben, die sich von den üblichen Angaben zur Person bis hin zu den genauesten Details bezüglich Unfallhergang, primärer Nebenverletzungen, der Operationsmethode sowie des postoperativen Verlaufs und der Nachbehandlung erstreckte. Prägnante Angaben zur Behandlung und zum Operationsverfahren selbst, die die Patienten nicht machen konnten, wurden dem Krankenblatt entnommen. Anschließend wurde nach der

Neutral-Null-Methode die exakten Maße der oberen Extremitäten miteinander verglichen sowie der Bewegungsumfang beider Oberarme genau protokolliert.

Bei weiteren 19 Patienten, die einen ihnen zugesandten Fragebogen beantworteten, wurden ebenfalls die fehlenden Angaben aus dem Krankenblatt ergänzt, so daß bis zum Punkt 4 des speziellen Teils dieser Arbeit die Erfahrungen mit 88 Patienten verwertet werden konnten.

a. Nachuntersuchung nach den Prinzipien der Neutral-Null-Methode (49)

Die bei der Nachuntersuchung der Patienten zur Anwendung gekommene Methode des Messens und der Protokollierung der Gelenkbewegungen basiert auf der Neutral-Null-Methode (erstmal beschrieben bei CAVE und ROBERTS 1936, später bei CHAPCHAL 1957, DEBRUNNER 1966, MÜLLER 1970 und anderen).

Bei dieser Messmethode werden alle Bewegungen eines Gelenks von einer einheitlich definierten Neutral- oder Nullstellung aus gemessen. Der abgelesene Winkelwert gibt den Bewegungsausschlag von der Nullstellung aus an. Die Nullstellung bezieht sich auf die "anatomische Normalstellung" (Abb.): Aufrecht stehend, mit hängenden Armen, nach vorne gehaltenen Daumen, geschlossenen und parallel gehaltenen Füßen, Blick geradeaus. Diese "anatomische Normalstellung" wird als Null- oder Ausgangsstellung für die Gelenkmessung definiert. Für die Untersuchung ist sie nach Möglichkeit zu reproduzieren.

Die vergleichende Untersuchung paariger Gelenke ist die Voraussetzung für genaue Messungen. Grundsätzlich werden die vom Patienten selbst aktiv ausgeführten Bewegungsausschläge gemessen. Abweichungen von dieser Regel (Messung der passiven Bewegungsausschläge) müssen im Protokoll als solche vermerkt werden. Für die Messung ist die Benützung eines genauen Winkelmessers notwendig.

Aus den Abbildungen 5 - 14 sind die durchschnittlichen Bewegungsbereiche zu erkennen. Es handelt sich um Werte, die beim

gesunden Erwachsenen in der Regel zu finden sind.

Bei der Protokollierung werden für jede Bewegung und Gegenbewegung 3 Zahlen aufgeführt: Die beiden Endausschläge und die Null (Neutralstellung). Nach den Regeln der Nulldurchgangsmethode (MUELLER 1970) wird bei Bewegungsausschlägen in entgegengesetzter Richtung von der Normalstellung aus (z.B. Flexion/Extension oder Pronation/Supination) zuerst der eine Bewegungsausschlag, hierauf beim Durchgang durch die Neutralstellung die Null und als dritte Zahl der Endausschlag auf der Gegenseite notiert.

Wird die Neutralstellung bei der Bewegung nicht passiert, so wird die Null entweder vorne oder hinten hingesetzt, womit Bewegungseinschränkungen eindeutig protokolliert werden können.

Bei normaler Flexion/Extension im Ellenbogengelenk notiert man z.B.:

Fl/Ext 150°/0°/10°

bei einer Flexionskontraktur:

Fl/Ext 90°/30°/0°

d.h., die Nulllinie wird nicht passiert, das Ellenbogengelenk kann nur zwischen den Endstellungen 90° und 30° Beugung bewegt werden (Abb. 5 und 6).

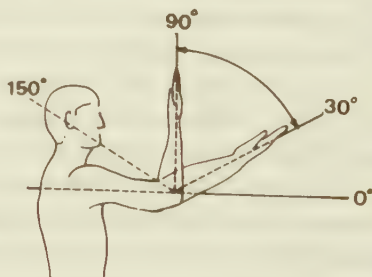
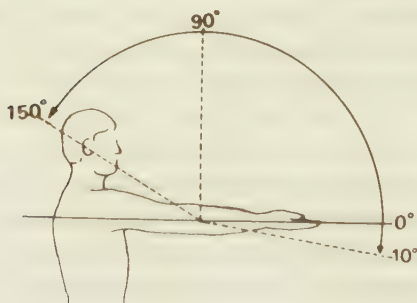


Abb. 5: Beugen und Strecken des Ellbogens (49)

Protokoll: Fl/Ext 150°/0°/10°

Abb. 6: Beugen und Strecken des Ellbogens bei eingeschränkter Beweglichkeit (49)

Protokoll: Fl/Ext 90°/30°/0°

Längen- und Umfangmessungen

Auch für Längen- und Umfangmessungen gilt, daß sie, wenn immer möglich, in der Normalstellung erfolgen sollen, um vergleichbare Werte zu erhalten. Längen- und Umfangmaße müssen ebenfalls immer mit der Gegenseite verglichen werden. Als Maßband für Umfang- und Längenmessungen wird das kunststoffüberzogene Messband von 2 cm Breite empfohlen, wie es im Schneiderbedarfsgeschäft erhältlich ist.

Bewegungsumfang der oberen Extremität

A. Das Schultergelenk

Wie schon eingangs erwähnt, kann der Arm im Schultergelenk einen mehr als halbkugeligen Bewegungsraum bestreichen (Abb. 7). Die Bewegungen werden zweckmäßigerweise aufgeteilt in die Vertikalbewegungen, die den Arm in verschiedenen Richtungen von der Neutral-Null-Stellung (s.u.) aus bis zur Hochhalte heben, und die Horizontalbewegungen, die den Oberarm von der seitlichen Abduktionsstellung aus nach vorne und hinten führen. Dazu kommen noch die Rotationsbewegungen, deren Ausmaß je nach Stellung des Armes variiert.

Neutral-Null-Stellung:

Im Stehen hängt der Arm seitlich, der Daumen ist nach vorne gedreht.

Bezugspunkte:

Die Achse des Oberarmes (vermutlich die Skelettachse) wird am besten aus einer gewissen Distanz anvisiert. Für die Rotation benützt man den Unterarm als Zeiger. Das Acromion, der obere und untere Schulterblattwinkel sowie die Spina scapulae und die Clavicula sind durch die Haut gut zu tasten und zu sehen. Bei der Prüfung des Bewegungsumfanges im Humeroscapular-Gelenk wird die Schulterblattspitze mit der freien Hand fixiert.



Abb. 7: Die Bewegungsrichtungen und -achsen am Schultergelenk (49)

- a. Vertikalbewegung (V) um die Frontalachse (F) (= Vorheben) und Sagittalachse (S) (= Seitheben)
- b. Rotationsbewegungen (nicht eingezeichnet) um die Längsachse des Oberarmes

Vertikalbewegungen im Schultergelenk

- a. Seitwärts-körperwärts Heben (Abduktion/Adduktion) (Abb. 8 und 9)

Von der Neutral-Null-Stellung aus werden die Armes um die a.p.-Achse in der Frontalebene nach der Seite, respektive körperwärts aufwärts bewegt. Die Abduktion über 90° hinaus erfordert eine Außenrotation im Schultergelenk und eine Drehung des Schulterblattes. Im allgemeinen geht das Schulterblatt schon vor Beginn der Aufwärtsbewegung an synchron mit.

Abb. 8

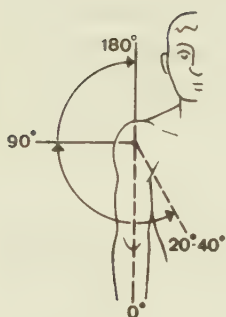


Abb. 9



Abb. 10

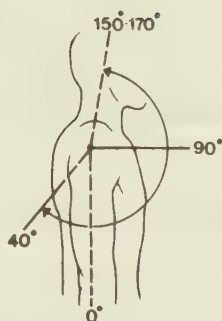


Abb. 11

Abb. 8: Seitwärts-körperwärtsheben im Schultergelenk (49)

Abb. 9: Hochhalten des Armes (49)

Abb.10: Vorheben-Rückwärtsheben im Schultergelenk (49)

Abb.11: Horizontalbewegung im Schultergelenk (von oben gesehen) (49)

- b. Vorheben-Rückheben (Vorwärtsbeugung oder Vorwärtselevation-Rückwärtsstreckung) (Abb. 10)

Aus der Neutral-Null-Stellung heraus wird der Arm in der Sagittalebene um die Querachse nach vorne bzw. nach rückwärts gehoben. Auch hier ist die Elevation über die Horizontale mit einer zwangsläufigen Rotation und Drehung des Schulterblattes verbunden.

Horizontalbewegungen des Schultergelenks (Abb. 11)

Diese Bewegungen erfolgen aus der Seithalte in der Transversalebene um die Vertikalachse des Körpers. Ausgangspunkt ist die Seithalte (ausnahmsweise abweichende Neutral-Null-Stellung). Der Arm wird von der Seithalte horizontal bis vor die Brust gebracht und bei der Extension nach rückwärts geführt.

Rotation im Schultergelenk

Die Rotationsbewegungen können in zwei verschiedenen Ausgangsstellungen gemessen werden, die der Neutral-Null-Stellung für die Vertikal- respektive Horizontalbewegung entspricht.

- a. Außen- und Innenrotation bei hängendem Arm (Standard-Messung)(Abb. 13)

In der Neutral-Null-Stellung ist der Arm im Ellenbogengelenk gebeugt und nach vorne gerichtet. Gemessen wird beim maximalen Auswärtsdrehen im Schultergelenk sowie beim maximalen Einwärtsdrehen, bis die Hand hinter den Rücken gelegt werden kann.

- b. Außen- und Innenrotation bei abduziertem Arm (nur in besonderen Fällen) (Abb. 13)

Der Oberarm steht in Abduktionsstellung, der im Ellbogen gewinkelte Unterarm pendelt bei der Rotationsbewegung nach oben und unten.

Diese zuletzt beschriebene Meßmethode kam in dieser Untersuchung nicht zur Anwendung.

Schürzen-, Nacken- und Schultergriff

Um vor der genauen Untersuchung schon einen groben Überblick über die Motilität des Schultergelenks zu erhalten, registrierten wir zunächst einige wichtige kombinierte Funktionsbewegungen:

a. Schürzengriff (Abb. 12)

Rückheben der Hand auf den Rücken vom Gesäß her bis zur Berührung der Schulterblätter.

b. Nackengriff (Abb. 12)

Senken der bis in den Nacken gehobenen Hand auf dem Rücken bis zwischen die Schulterblätter.

c. Schultergriff

Heben der Hand auf die Gegenschulter

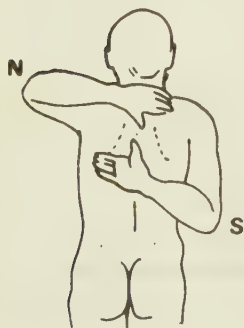


Abb. 12: Kombinationsbewegungen im Schultergelenk (49)

Schürzengriff (S)

Nackengriff (N)

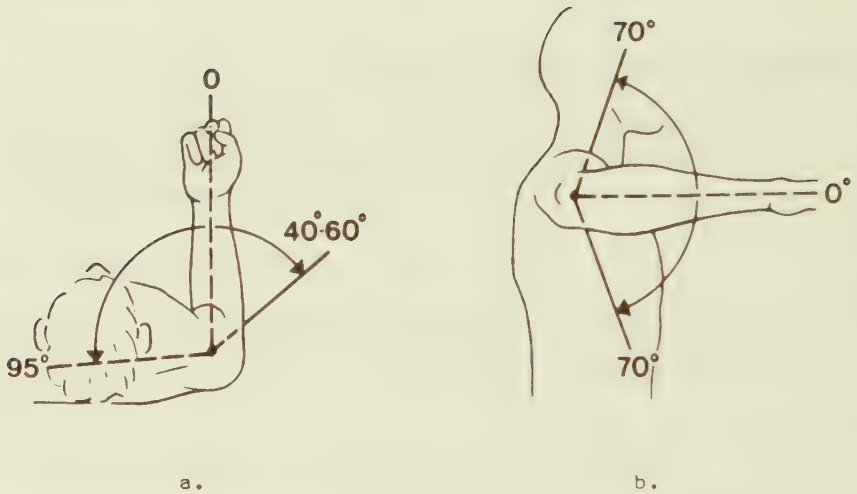


Abb. 13: Rotation im Schultergelenk (49)

- a. in Neutral-Null-Stellung
- b. Abduktionsstellung

B. Ellenbogengelenk

Neutral-Null-Stellung: Gestreckter Ellenbogen

Bezugspunkte:

Am Humerus: Epicondylus lateralis et medialis

Am Unterarm: Das Olecranon

Die Achsen der gelenkbildenden Abschnitte werden über die Weichteile anvisiert.

Flexion und Extension (Abb. 5 und 6)

Die Streckung über die Neutral-Null-Stellung hinaus ist nicht immer möglich; bei Frauen erreicht sie 5 - 15°.

C. Unterarmgelenke

Neutral-Null-Stellung:

Bei aufrechter Körperhaltung wird der Ellenbogen am Körper angeschlossen und um 90° gebeugt; der Unterarm ist horizontal nach vorne gerichtet, das Handgelenk gestreckt und der Daumen nach oben gedreht.

Bezugspunkte:

Die Oberarmachse dient als proximale Bezugslinie, die quere Handgelenksachse als distaler Zeiger.

Pro- und Supination (Abb. 14)

Drehung des Unterarms um die Längsachse; die Handfläche dreht sich nach unten (Pronation) bzw. oben (Supination)

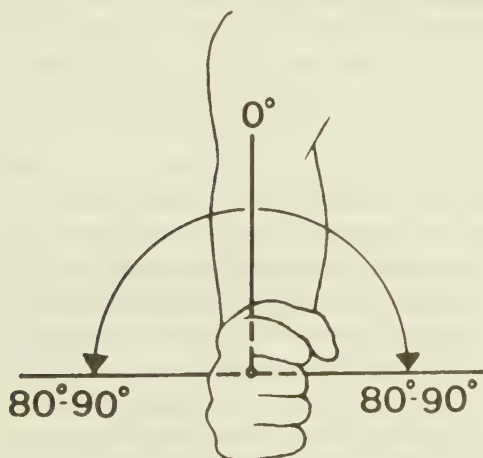


Abb. 14: Pro- und Supination (49)

Drehung des Unterarms um die Längsachse; die Handfläche dreht sich nach unten (Pronation) bzw. oben (Supination)

Nach Protokollierung der exakten Bewegungsausschläge sämtlicher Gelenke wurde das Behandlungsergebnis am Ende der Nachuntersuchung wie folgt beurteilt:

- sehr gut: freie Beweglichkeit im Schulter- und Ellenbogengelenk, keine Beschwerden.
- gut : klinisch unbedeutende Bewegungseinschränkung und/oder geringe Wetterfühligkeit.
- mäßig : Bewegungseinschränkung des Schulter- und/oder Ellenbogengelenks um mehr als $1/4$ gegenüber der Vergleichsseite und glaubhafte Beschwerden (Wetterfühligkeit)
- schlecht: Einschränkung der Beweglichkeit in einem oder mehreren Gelenken um mehr als die Hälfte, Berufswechsel als Folge der Oberarmfraktur, postoperative irreversible Radialisparese, verbleibende Osteitis.

b. Einteilung des Patientengutes

Schon während die Untersuchungen durchgeführt wurden, zeigte sich, daß der Heilungsprozeß von sehr verschiedenen Faktoren beeinflußt wurde, so daß es sich als sinnvoll erwiesen hat, in der vorliegenden Arbeit das Patientengut in verschiedene Gruppen zu unterteilen. Auf diese Weise entstanden folgende fünf Sparten:

- a. Patienten mit einer primären Radialisparese (5 Männer, 3 Frauen)
- b. Patienten mit Spontanfrakturen (1 Mann, 5 Frauen)
- c. Patienten, die ein Polytrauma erlitten (6 Männer, 9 Frauen)
- d. Patienten, bei denen postoperative Komplikationen auftraten (15 Männer, 24 Frauen)
- e. Patienten, die nicht den Gruppen a-d angehören (17 Männer, 19 Frauen)

Dieser Einteilung folgt im großen und ganzen die gesamte Auswertung, wobei allerdings angemerkt sein will, daß ein und derselbe Patient in mehreren Gruppen gleichzeitig miterfaßt worden sein kann. Als Beispiel möge ein Patient dienen, der sich im Rahmen eines Polytraumas einen Humerusschaftbruch mit primärer Radialisparese zuzog und dessen postoperativer Verlauf nicht frei von Komplikationen war.

2. Ergebnisse: präoperative Auswertung

Zahl der Operierten

In den Jahren 1967 bis zum Sommer des Jahres 1975 wurden an der Chirurgischen Klinik der Universität München 86 Frauen und 69 Männer mit einem Oberarmbruch operativ nach dem Prinzip der Plattenosteosynthese versorgt. Von diesen insgesamt 155 Patienten konnten 88 - 50 Frauen und 38 Männer - in die vorliegende Studie miteinbezogen werden. Da von den 88 erfaßten Patienten 20 zweimal und weitere 2 dreimal operiert werden mußten, gehen in diese Arbeit die Endergebnisse von 112 Operationen ein. 44mal mußten sich Männer, in 68 Fällen Frauen einer Operation unterziehen.

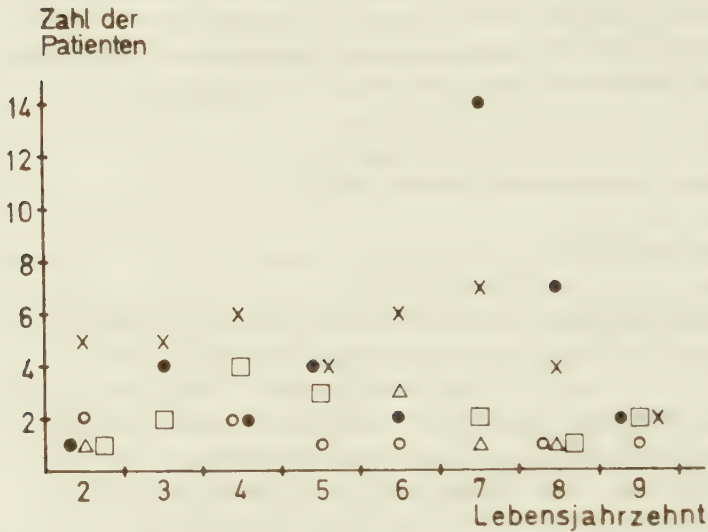
Alter und Geschlecht

Unser jüngster Patient war 17 Jahre alt, unsere älteste Patientin 89 Jahre. Das mittlere Alter lag bei 52,3 Jahren. Beim untersuchten Krankengut waren 50 Personen weiblichen, 38 männlichen Geschlechts.

Die Altersverteilung ist der nachstehenden Übersicht zu entnehmen. (Tab. 1).

- a. Die insgesamt acht primären Radialispareesen verteilten sich auf fünf Männer und drei Frauen aller Altersgruppen.
- b. Mit 83,3 % waren von den Spontanfrakturen die Frauen eindeutig häufiger befallen als das männliche Geschlecht. Außerdem fällt in der Altersübersicht auf, daß mit Ausnahme eines 19-jährigen Mädchens, das an einem "braunen

Tabelle 1: Altersverteilung bei 88 operierten Patienten



- o = Primäre Radialisparese
- Δ = Spontanfraktur
- = Polytrauma
- X = Postoperative Komplikation
- = Restgruppe

Tumor" (= juvenile Knochencyste) erkrankt war, erwartungsgemäß nur die Altersgruppe der 50-80-jährigen pathologische Frakturen erlitten hatten. 50 % waren bei stationärer Aufnahme im 6. Lebensjahrzehnt. Nachstehend sind die Grunderkrankungen des betreffenden Personenkreises zusammengestellt:

- 2 Frauen litten an einem metastasierenden Mamma-Carcinom.
- 1 Frau hatte osteolytische Knochenmetastasen bei bestehendem Hypernephrom und Blasen-Carcinom.
- 1 Frau war an einem metastasierenden Schilddrüsen-Carcinom erkrankt.

Das vorhin schon erwähnte Mädchen hatte eine juvenile Knochencyste.

Der einzig betroffene männliche Patient entwickelte im Rahmen einer 1953 durchgemachten Nierentuberkulose einen tertiären Hyperparathyreoidismus, der schließlich die Spontanfrakturen (Oberschenkel war auch betroffen) bewirkte.

- c. Am häufigsten zu Polytraumatisierung kam es bei dem von uns untersuchten Krankengut zwischen dem 30. und 50. Lebensjahr, wobei die Frauen doppelt so viele Mehrfachverletzungen zeigten wie die Männer.
- d. Während bis zum 60. Lebensjahr bei je 13 Männern und Frauen postoperativ Komplikationen auftraten, erwies sich der postoperative Verlauf in der Gruppe der 60- bis 90-jährigen für die beiden Geschlechter unterschiedlich komplikationsreich. Zwei betroffenen männlichen Patienten stehen elf Patientinnen dieser Altersgruppe gegenüber, so daß von den insgesamt 39 Patienten mit kompliziertem postoperativem Verlauf 24 (= 61,6 %) weiblichen Geschlechts waren.
- e. Das Patientengut der Restgruppe mit komplikationslosem Heilungsprozess verteilt sich ziemlich gleichmäßig auf beide Geschlechter, vorwiegend höheren Alters. Fast 60 % waren hier älter als 60 Jahre; der Altersgipfel lag mit 38,9 % der Patienten im 7. Lebensjahrzehnt.

Unfallhergang

Die meisten Unfälle (44,1 %) ereigneten sich im Straßenverkehr. In der Arbeit und auf dem Weg zu ihr ereigneten sich 9,8 % der Unfälle; als häuslicher Unfall wurden 15,7 % der Frakturursachen deklariert. 12,8 % waren andere unfallträchtige Ereignisse, und in 17,7 % konnten wir keine Ursache erfragen. In der Patientengruppe mit primärer Radialisparese verunfallten sechs Personen auf der Straße, ohne daß eine detailliertere Aussage zum genauen Unfallhergang in Erfahrung zu bringen war. Die zwei anderen Patienten verunglückten anderweitig und mußten der Sparte "Sonstiges" zugeordnet werden.

Zwei der sechs Patienten mit einer pathologischen Fraktur glitten zuhause bei dem Versuch, sich abzustützen, aus, wobei der Humerusschaft frakturierte. Zwei weitere waren wohl wegen ihrer Grunderkrankung in einer Klinik, wo sie zu Fall kamen und sich dabei die Verletzung zuzogen. Das Mädchen mit der Knochencyste kam wegen starker Schmerzen im Bereich des gesamten Humerus zur Aufnahme. Nach KREBS (29) ist die Spontanfraktur bei fast 50 % der juvenilen Knochencysten erstes Symptom. Beim sechsten Patienten lagen keine Angaben zum Unfallgeschehen vor.

Den Hauptteil der Mehrfachverletzten bilden auch hier diejenigen Patienten, die im Straßenverkehr zu Schaden kamen. Von den 13 Verkehrsunfällen ereigneten sich zwei mit dem Auto, zwei Patienten wurden als Fußgänger angefahren, die restlichen 9 Fälle konnten nicht mehr so genau rekonstruiert werden.

Auch beim restlichen Krankengut war in den meisten Fällen (34,7 %) ein Verkehrsunfall Ursache der Oberarmschaftfraktur. Diese ereigneten sich zu 26,7 % mit dem Auto, zu 6,7 % mit dem Moped und mit Abstand am häufigsten zu Fuß (53,3 %). In Tabelle 2 sind die Unfallursachen bei dieser Restgruppe zusammengestellt.

Tabelle 2: Verteilung der Unfallursachen

Verkehrsunfall	34,7 %
Arbeitsunfall	9,3 %
Wegeunfall auf dem Weg von/zur Arbeit	4,0 %
Häuslicher Unfall	18,7 %
Sonstiger Unfall	10,7 %

Aufnahmebefund

a. Lokalisation der Fraktur

Bei Klinikaufnahme wurden anhand der Röntgenaufnahmen die folgenden Frakturlokalisationen gefunden:

proximales Schaftdrittel	33,7 %
mittleres Schaftdrittel	41,6 %
distales Schaftdrittel	24,8 %

Aufgegliedert in die einzelnen Patientengruppen ergibt sich folgendes Bild:

Schaftdrittel	Patienten mit primärer Radialisparese	Patienten mit postoperativen Komplikationen	Rest
proximales	0 %	23,7 %	45,5 %
mittleres	62,5 %	47,4 %	34,5 %
distales	37,5 %	28,9 %	20,0 %

Die obige Aufstellung erfaßt zwei Patienten, deren Humerus in zwei verschiedenen Dritteln frakturiert war, und einen Patienten mit Frakturen in allen drei Schaftdritteln. Die postoperativ von Komplikationen begleiteten Brüche waren gegenüber dem Durchschnitt mehr im distalen Drittel gelegen. In den 8 Fällen einer primären Radialisläsion waren alle Frakturen im mittleren und distalen Schaftabschnitt lokalisiert und kennzeichnen damit die vulnerabelsten Teile des Oberarmschafts.

b. Bruchart

Von den 39 Frakturen, deren Heilungsprozess nicht ohne Komplikationen verlief, waren 36 geschlossene und nur 3 offen, d.h., daß der prozentuale Anteil der offenen Brüche in dieser Gruppe mit 8,3 % sogar etwas kleiner war als bei dem übrigen Krankengut, wo 10,2 % aller Frakturen offen waren. Im Gesamtdurchschnitt fanden wir 9,2 % offene Brüche.

c. Bruchformen

Die Verteilung der einzelnen Frakturformen in den fünf Patientengruppen ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Am häufigsten unter allen Frakturen kam der Trümmerbruch zur Beobachtung (34,6 %), gefolgt von den Schräg- (26,9 %) und Querbrüchen (21,2 %). Bei den Patienten, die schon mit einer Läsion des N. radialis zur Aufnahme kamen, war der Anteil der Spiral- und Stückbrüche ungewöhnlich hoch. Am auffallendsten aber war die Feststellung, daß 51,3 % aller Frakturen, die mit Komplikationen zur Ausheilung kamen, Trümmer-

brüche waren.

Tabelle 3: Verteilung der Frakturformen auf Patientengruppen

Frakturform	P a t i e n t e n m i t					Durchschnitt
	Spontanfraktur	Postop. komplik.	Primärer Radialispar.	polytrauma	Restgruppe	
Einspaltfraktur	-	-	-	-	-	-
Mehrspaltfrakturen	-	2,6 %	-	-	-	-
Querbruch	16,7 %	20,5 %	12,5 %	26,7 %	22,2 %	21,2 %
Spiralbr.	-	2,6 %	25,0 %	6,7 %	5,6 %	5,8 %
Schrägbr. ohne Biegungskeil	16,7 %	-	-	13,3 %	25,0 %	11,5 %
Schrägbr. mit Biegungskeil	16,7 %	12,8 %	25,0 %	20,0 %	13,9 %	15,4 %
Stückbruch	-	7,7 %	12,5 %	6,7 %	-	4,8 %
Trümmerbruch	-	51,3 %	25,0 %	26,7 %	27,8 %	34,6 %
Cyste	16,7 %	-	-	-	-	-

Unfallabhängige Leiden, die den Heilungsverlauf beeinträchtigen

Für eine Vielzahl von unbefriedigenden Behandlungsergebnissen konnte beim untersuchten Krankengut eine Erklärung in Leiden gefunden werden, die den Heilungsverlauf zum Teil in erheblichem Umfang beeinflussten.

In je einem Fall wurden bei mäßigem bis schlechtem Endergebnis der Behandlung folgende Krankheitszustände zusätzlich zur Oberarmschaftfraktur beobachtet: ein primärer Hyperparathyreoidismus, ein epileptisches Anfallsleiden und eine erhebliche Anämie. Zwei weitere Patienten gerieten während des stationären Aufenthalts in der Klinik in ein alkoholisches Entzugsdelir, so daß es leider zum Ausriß der Osteosyntheseplatte kam. Von den 7 Patienten, deren Oberarmknochen zum Unfallzeitpunkt schon im Rahmen einer nachweislichen Osteoporose vorgeschädigt waren, wiesen zwei ein sehr gutes, einer ein gutes und vier ein schlechtes Gesamtergebnis auf. Auch in diesen Fällen blieb das Material nicht im porotischen Knochen verankert.

Die pathologischen Frakturen der oben genannten 6 Patienten heilten entsprechend der jeweils zugrundeliegenden Primärerkrankung mäßig bis schlecht.

Erwähnt sei in diesem Zusammenhang noch ein Fall, bei dem der Verdacht einer malignen Grunderkrankung vorlag, der sich bis zum Ende der Nachuntersuchungen aber weder erhärten noch annullieren ließ.

Primäre Nebenverletzungen am Oberarm

Die posttraumatischen Begleitverletzungen waren relativ selten und ziemlich gleichmäßig auf das gesamte Patientengut verteilt. Auch konnte keine auffällige negative Beeinflussung der Endresultate durch die Nebenverletzungen am Oberarm festgestellt werden. Im einzelnen sind Art und Häufigkeit der Begleitverletzungen der folgenden Auflistung zu entnehmen.

Die Weichteile des Oberarms fanden sich in 69 Fällen (78,4 %) unverändert. Die Aufschlüsselung der 19 Nebenverletzungen

(21,6 %) ergab folgendes Bild:

a. Prellmarken der Haut	7+1
b. Kapselriß am Schultergelenk	1
c. Gefäßverletzungen	1 (Schußverletzung!)
d. Läsion des N. ulnaris	1
e. Läsion des N. radialis	7+1
f. Ausriß der Tricepssehne	1
g. Läsion des N. axillaris	1

Ausgenommen die Prellmarken der Haut, wurden die primären Radialispareesen mit einer prozentualen Häufung von 9,1 % als häufigste Nebenverletzung am Oberarm diagnostiziert. Deshalb wurden die Patienten mit einer posttraumatischen Läsion des N. radialis in dieser Arbeit auch zu einer Sondergruppe zusammengefaßt, um den Heilungsverlauf gesondert analysieren zu können.

Todesfall als Unfallfolge

In diesem Abschnitt der Untersuchung sollte der Frage nachgegangen werden, ob zwischen der Todesursache und dem Oberarmschaftbruch bzw. seinen Unfallnebenverletzungen ein Zusammenhang besteht.

Es zeigte sich, daß in nur einem der in den Krankenunterlagen vermerkten acht Todesfälle Unfallnebenverletzungen zum Tode führten. Der Eintritt des Todes in den restlichen 7 Fällen stand in keinem Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen. Allein 4 Personen verstarben an einer malignen Grunderkrankung, die auch zu einer pathologischen Fraktur der oberen Extremität geführt hatte.

3. Ergebnisse: Postoperative Auswertung

Behandlungsart

Ziel dieses Teils der Untersuchung war der Vergleich zwischen den erreichten Endergebnissen bei primär operativ und sekundär operativ Behandelten. Um etwaige Auffälligkeiten zu erkennen, wurde die Patientengruppe, bei der sich im postoperativen Ver-

lauf Komplikationen einstellten, tabellarisch gesondert behandelt.

Tabelle 4: Patientengruppe mit Komplikationen im postoperativen Verlauf

Endergebnisse	primär operativ Behandelte	sekundär operativ Behandelte
sehr gut	2 (20,0 %)	6 (20,7 %)
gut	2 (20,0 %)	6 (20,7 %)
mäßig	2 (20,0 %)	5 (17,2 %)
schlecht	2 (20,0 %)	8 (27,6 %)
nicht beurteilbar	2 (20,0 %)	4 (13,8 %)

Tabelle 5: Behandlungsart und Endergebnisse bei den übrigen Patienten

Endergebnisse	primär operativ Behandelte	sekundär operativ Behandelte
sehr gut	7 (70,0 %)	14 (35,9 %)
gut	3 (30,0 %)	14 (35,9 %)
mäßig		6 (15,4 %)
schlecht		1 (2,6 %)
nicht beurteilbar		4 (10,2 %)

Insgesamt wurde also in 20 Fällen primär (22,7 %) und in 68 Fällen sekundär (77,3 %) operiert. Zwar weisen die sofort operierten Patienten in der letzten Tabelle nur sehr gute und gute Endresultate auf, jedoch erscheint aufgrund der unterschiedlichen Fallzahlen ein Vergleich zwischen primärer und sekundärer Osteosynthese unmöglich.

Konservative Frakturbehandlung

Die 68 sekundär operativ Behandelten wurden vor der Operation unterschiedlich therapiert, wobei die einfachste und kürzeste Vorbehandlung in einer einwöchigen Ruhigstellung mittels Desault-Verband bestand, und eine 10-wöchige passagere Extension

des Humerus den längsten konservativen Behandlungsversuch darstellte. Im Mittel wurde der Versuch, den Bruch ohne operativen Eingriff zu kurieren, abgebrochen, wenn sich nach 16,5 Tagen keine Aussicht auf Erfolg abzeichnete. Dauer und Häufigkeit der diversen präoperativen therapeutischen Bemühungen gibt Tabelle 6 wieder.

Tabelle 6: Dauer und Häufigkeit der präoperativen Therapieversuche

	1 Woche	2 Wochen	3 - 4 Wochen	5 - 7 Wochen	8 - 10 Wochen	Summe
Desault- Verband	23	7	3	3	-	36 (53,0 %)
passagere Extension	2	3	5	1	1	12 (17,6 %)
Hanging Cast	2	4	4	3	-	13 (19,1 %)
Thoraxab- duktions- gips	-	-	2	2	-	4 (5,9 %)
Schiene	1	1	-	-	-	2 (2,9 %)
unbekannt	-	-	-	1	-	1 (1,5 %)
	28 (41,3 %)	15 (22,1 %)	14 (20,6 %)	10 (14,7 %)	1 (1,5 %)	68

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wurde über die Hälfte der Patienten mit einem Desault-Verband versorgt (53,0 %), der aber in der Mehrzahl der Fälle nur für ca. eine Woche belassen wurde, da sich schon frühzeitig die Notwendigkeit einer operativen Intervention abzeichnete. 63,4 % der konservativen Behandlungsversuche mußten schon in den ersten beiden Wochen nach Therapiebeginn abgebrochen und eine Operation eingeleitet werden.

Dauer der Arbeitsunfähigkeit von Seiten der Oberarmfraktur

Leider konnten nicht alle Patienten auf diese Frage eine exakte Antwort geben, so daß die Untersuchung in diesem Punkt,

der vom Aspekt der Begutachtung her interessant wäre, bedauerlicherweise lückenhaft bleiben muß.

Die "Rekordbehandlungszeit" konnten wir bei einem Patienten verzeichnen, der die Arbeit in seinem eigenständigen Betrieb nach komplikationslosem postoperativem Verlauf 4 Wochen nach dem Unfallgeschehen wieder aufnehmen konnte. Im längsten Fall erstreckte sich der Therapiezeitraum sogar auf mehr als 24 Monate, und zwar bei 2 Patienten, die mehrmals operiert werden mußten, und bei einem Polytraumatisierten.

24 Hausfrauen und Rentner (32,4 % der Angaben) konnten, wie zu erwarten, natürlich keine exakte Aussage über die Dauer ihrer Arbeitsunfähigkeit machen. Von den restlichen 50 Verunfallten konnten 44 (88,0 %) innerhalb von 52 Wochen ihre Arbeit wieder aufnehmen; nur 6 Patienten mußten ihre Arbeit für länger als ein Jahr unterbrechen. Davon mußten 4 mehrmals operiert werden; ein Patient hatte ein Polytrauma erlitten, ein weiterer sich selbst versehentlich eine Schußverletzung zugefügt.

Die mittlere Dauer der Arbeitsunfähigkeit war mit 51 Wochen bei den Patienten, die öfter als einmal operiert wurden, am größten.

	mittlere Dauer der Arbeitsunfähigkeit
Mehrmals Operierte	51 Wochen
Polytraumatisierte	45 Wochen
Pat. mit primärer Radialisparese	37 Wochen
Pat. mit postoperativer Komplikation	30 Wochen
Pat. mit störungsfreiem Verlauf	20 Wochen

Man kann demnach davon ausgehen, daß ein Patient mit einem nach den Prinzipien der Osteosynthese versorgten Oberarm-schaftbruch seine Arbeit nach ca. 4 Wochen wieder aufnehmen kann, sofern der postoperative Zeitraum frei von Komplikationen bleibt.

Operationsindikationen

Da für die Entscheidung zur Operation in vielen Fällen mehrere Gründe ausschlaggebend waren, übertrifft die Anzahl der Indikationen natürlich bei weitem die der durchgeführten operativen Eingriffe. Die Nachforschungen erbrachten folgende Häufigkeitsverteilung in der Anzeigestellung bei den 112 Operationen:

Tabelle 7: Indikationshäufigkeit bei 112 Operationen

Indikation	Fälle	Angaben in %
starke Dislokation	59	33,3
schlechte Reposition	35	19,8
distale Schaftfraktur	19	10,7
Querbruch	14	7,9
offener Bruch	8	4,5
primäre Radialisparese	8	4,5
multiple Verletzungen (pflegerische Gründe)	7	4,0
Pseudarthrose	6	3,4
rein pflegerische Gründe	6	3,4
Spontanfrakturen bzw. Cyste	6	3,4
Trümmerbruch	3	1,7
verzögerte Bruchheilung	2	1,1
Defektbruch	2	1,1
Serienfraktur der oberen Extremität	1	0,6
Gefäßverletzung (Schußverletzung!)	1	0,6

Stellte die stark dislozierte, nur schlecht reponible Schaftfraktur in der Patientengruppe, die sich nur einmal einer Operation unterziehen mußte, den häufigsten Grund für eine Druckplattenosteosynthese dar, so waren die insgesamt 20 Zweitoperationen sehr oft aufgrund einer Pseudarthrosenentwicklung oder eines Metallausrisses indiziert. In absteigender Reihenfolge seien kurz die Kausalfaktoren der durchgeführten Reinterventionen angeführt:

Indikation zur Reintervention	Fälle	Angaben in %
Pseudarthrose	7	29,2
Materialausriß	6	25,0
sekundäre Radialisparese	4	16,7
Refraktur	3	12,5
Sonstige	4	16,7

Für die beiden Drittoperationen zeichnete in einem Fall eine Infektpseudarthrose, in einem zweiten Fall eine Pseudarthrose mit nachfolgender Radialisparese verantwortlich. Daraus ist ersichtlich, daß eine dritte Operation nur bei Entwicklung einer Pseudarthrose vonnöten war.

Operationsjahr

Wie schon einleitend erwähnt, wurden vom Jahr 1967 bis zum Sommer 1975 an der Chirurgischen Universitätsklinik München insgesamt 155 Humerusfrakturen mit einer Osteosyntheseplatte operativ versorgt. Weitere 14 Patienten mit einem Oberarmbruch behandelte man mittels eines Rush-pins oder eines Küntscher-Nagels, allein 10 davon (71,4 %) im Jahre 1971. Die Rush-pin-Methode bzw. die Marknagelung nach Küntscher kam in den Jahren nach 1971 nur noch zweimal zur Anwendung, jeweils einmal im Jahre 1972 und 1973. In der folgenden Zusammenstellung sind das Operationsjahr und die Anzahl der Fälle aufgeführt:

Tabelle 8: Verteilung der Operationsmethoden in den einzelnen Jahren

Operationsjahr	Plattenosteosynthesen (Anzahl)(Angabe in %)		Rush-pin bzw. Küntscher-N. (Anzahl)(Angabe in %)	
1967	17	11,0	-	-
1968	11	7,1	2	14,3
1969	7	4,5	-	-
1970	12	7,7	-	-
1971	14	9,0	10	71,4
1972	28	18,1	1	7,1
1973	33	21,3	1	7,1
1974	24	15,5	-	-
1975 bis Juli	9	5,8	-	-
	155	100,0	14	100,0

Interessant an dieser Jahresübersicht erscheint, daß 1971 noch 10 Rush-pins bzw. Küntscher-Nägel nur 14 Versorgungen nach dem Prinzip der Plattenosteosynthese gegenüberstehen, während in den darauffolgenden Jahren 1972 - 1974 eindeutige Zuwendung zur AO-Platte konstatiert werden kann.

War das Verhältnis von Plattenosteosynthese zu den anderen Verfahren im Jahre 1971 noch 1,4 : 1, so stieg es in den beiden folgenden Jahren auf einen Gradienten von 28 respektive 33 : 1. In Prozent ausgedrückt: 1971 kamen Rush-pin und Marknagelung nach Küntscher noch in 41,7 % der Fälle, in denen eine Oberarmschaftfraktur blutig angegangen wurde, zur Anwendung, und nur 58,3 % wurden mit einer AO-Platte versehen. 1972 und 1973 dagegen verwandte man nur noch in 3,5 bzw. 2,9 % der Operationen einen Küntscher-Nagel oder Rush-pin, während die Osteosyntheseplatte in diesen beiden Jahren in 96,6 und 97,1 % der Fälle Verwendung fand. Im weiteren Verlauf wurden sämtliche Humerusfrakturen, die einer operativen Therapie zugeleitet wurden, mit einer Platte stabilisiert.

Die in der Arbeit berücksichtigten 112 Operationen verteilen sich wie folgt auf die Jahre 1967 bis 1975. Gleichzeitig sind in der Zusammenstellung die jeweiligen Endergebnisse aufgezeichnet.

Tabelle 9: Operationsverteilung auf die Jahre 1967-1975 und ihre Endergebnisse

Jahr	Fälle	sehr gut/gut	mäßig/schlecht
1967	-	-	-
1968	8	62,5	25,0
1969	5	40,0	40,0
1970	12	46,2	46,1
1971	12	36,4	54,5
1972	19	63,2	31,6
1973	25	40,9	50,0
1974	22	50,0	40,9
1975	9	50,0	41,7

Zeitpunkt der operativen Versorgung

Mit der Erfassung des Zeitraums, der zwischen dem Unfalltag und der Operation verstrich, wollten wir der Frage nachgehen, ob der Zeitpunkt des operativen Eingriffs entscheidenden Einfluß auf das endgültige Therapieergebnis nimmt. Der Übersichtlichkeit wegen wurde gleich die Gruppe von Patienten, bei denen Komplikationen den postoperativen Verlauf erschweren, vom restlichen Krankengut getrennt. Die Ermittlungen ergaben, daß 49 (55,7 %) der 88 Erstoperationen völlig komplikationslos im späteren Verlauf waren und mit recht gutem Gesamtergebnis zur Ausheilung kamen, wie die Tabelle 10 zeigt.

Tabelle 10: Patientengruppe ohne postoperative Komplikationen

Operation	sehr gut	gut	mäßig	schlecht	keine Angaben
sofort bzw. 1 Tag nach Unfall	70,0 %	30,0 %	-	-	-
2-7 Tage nach Unfall	50,0 %	33,3 %	8,3 %	-	8,3 %
8-14 Tage nach Unfall	37,5 %	37,5 %	12,5 %	12,5 %	-
15-28 Tage nach Unfall	37,5 %	37,5 %	12,5 %	-	12,5 %
mehr als 28 Tage nach Unfall	44,4 %	44,4 %	-	-	-

Betrachtet man das obige Resultat der 49 Operationen, die an Patienten mit Oberarmschaftbrüchen durchgeführt wurden, deren Heilverlauf sich störungsfrei gestaltete, so wird man feststellen, daß die besten Ergebnisse dann erzielt wurden, wenn die Operation innerhalb der ersten Woche nach dem Unfall erfolgte. 91,7 % der Endergebnisse dieses Krankenguts konnten als sehr gut bis gut erachtet werden.

Nicht ganz so positiv kann man das Resultat der in der 2. - 4. Woche erfolgten operativen Eingriffe beurteilen. Zwar konnten auch hier noch 3/4 optimale und gute Behandlungser-

gebnisse erzielt werden, jedoch sank das Verhältnis von sehr guten zu guten Resultaten auf 1:1 ab, während es bei der eben besprochenen Vergleichsgruppe noch 1,9:1 betragen hatte. Auch bei dem Krankengut, das erst operiert wurde, als bereits vier oder mehr Wochen seit dem Unfall vergangen waren, blieb das Verhältnis von 1:1 sehr guten zu guten Operationsergebnissen bestehen. Hier konnten wieder 88,9 % der Patienten mit optimalen und guten Behandlungserfolgen nach Hause entlassen werden.

In Tabelle 11 werden zunächst in Abhängigkeit vom Operationszeitpunkt Häufigkeit und wichtigste Formen der Komplikationen bei den 88 Erstoperationen zusammengestellt, in Tabelle 12 dann die endgültigen Behandlungsergebnisse.

Tabelle 11: Patienten mit postoperativen Komplikationen

Operationszeitpunkt	Fälle mit Komplikationen	Materialausriß/ Pseudarthrosen	sekundäre Radialispar. Osteitis	
sofort bzw. 1 Tag nach Unfall	(45,5 %)	(31,8 %)	-	-
2-7 Tage nach Unfall	(42,9 %)	(23,8 %)	(14,3 %)	-
8-14 Tage nach Unfall	(38,5 %)	(23,1 %)	-	-
15-28 Tage nach Unfall	(50,0 %)	(6,3 %)	(18,8 %)	(12,5 %)
mehr als 28 Tage nach Unfall	(43,8 %)	(25,0 %)	(18,8 %)	-

Die häufigste Komplikation, nämlich Ausriß der Osteosynthesplatte und Falschgelenkentwicklung, scheint etwas häufiger vorzukommen, wenn sofort oder am Tage nach dem Unfall operiert wird; sie dominieren dann mit 70 % als eindeutig häufigste Komplikation, während die postoperative Radialislähmung offensichtlich unabhängig vom Operationszeitpunkt auftritt.

Läßt man diejenigen Patienten bei der Beurteilung außer Acht, deren Heilungsergebnis nach komplikationsreichem Verlauf nicht

mehr eindeutig zu ermitteln war, so erhält man folgendes Resultat:

Wenn sich nach der ersten Operation eines Schaftbruchs am Oberarm Komplikationen im postoperativen Zeitraum eingestellt haben, scheint der Zeitpunkt der Operation im Gegensatz zu der Patientengruppe, die die Operation komplikationsfrei überstanden hat, keinen Einfluß auf das endgültige Therapieergebnis zu nehmen. Das Verhältnis von sehr guten und guten zu mäßigen oder schlechten Heilerfolgen pendelte um Werte von 1,25 : 1 bis 1 : 1,5.

Auch bei den 20 Zweitoperationen, die durchgeführt wurden, fand sich kein Anhalt dafür, daß der Zeitpunkt der Reintervention das Endergebnis entscheidend beeinflußt, wenn der Heilungsprozess schon durch Komplikationen verzögert wurde.

Tabelle 12: Behandlungsergebnisse in Abhängigkeit vom Operationszeitpunkt

Operation	sehr gut	gut	mäßig	schlecht	keine Angaben
somit bzw. 1 Tag nach Unfall	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %
2-7 Tage nach Unfall	22,2 %	33,3 %	22,2 %	22,2 %	-
8-14 Tage nach Unfall	40,0 %	-	20,0 %	40,0 %	-
15-28 Tage nach Unfall	-	37,5 %	25,0 %	25,0 %	12,5 %
mehr als 28 Tage nach Unfall	28,6 %	-	14,3 %	14,3 %	42,9 %

Operationsmethode

Dieser Punkt der Untersuchung gestaltete sich insofern etwas schwierig, als aus dem Operationsbericht nicht immer die gewünschte Information zu ersehen war. Es konnten deshalb auch nicht alle Eingriffe bezüglich jeder Detailfrage zur Operationsmethode herangezogen werden. Die Tabellen 13 und 14 geben einen Überblick über alle bei den 112 Operationen zur An-

wendung gekommenen technischen Einzelheiten, die in Beziehung zum erzielten Endresultat gesetzt wurden. In Tabelle 13 wurde der Frage nachgegangen, ob nach der Operation überhaupt eine Übungsstabilität erreicht werden konnte, und ob respektive welche Komplikationen bei den verschiedenen methodischen Verfahren anzutreffen waren.

Zusammenfassend, glaube ich, ist aus der Übersicht deutlich erkennbar, daß bezüglich postoperativer Übungsstabilität und Häufigkeit der Komplikationen zwischen den einzelnen Plattentypen, die bei der Osteosynthese Verwendung finden, keine Unterschiede bestehen. Die Tatsache, daß bei Anwendung der T-Platte weniger sekundäre Lähmungen des N. radialis aufgetreten sind, ist wohl auf die besondere Indikation der T-Platte bei proximalen Humerusfrakturen, bei denen ja der Radialisnerv in der Regel nicht gefährdet ist, zurückzuführen.

Interessant erscheint ferner die Feststellung, daß die Komplikations- und Reinterventionshäufigkeit in den Fällen, in denen die Osteosyntheseplatte während der Operation nicht gespannt wurde, genau doppelt so hoch war wie in den Fällen, wo sie gespannt wurde. Auch die Quote der postoperativ erreichten Übungsstabilität sank von 97,0 % auf 78,8 % ab, wenn die Platte nicht gespannt wurde.

Die Zahl der Ereignisse, die den Heilungsprozess erschwerten, ging um ein Drittel zurück, wenn die Fraktur postoperativ kurzfristig mittels eines Gipsverbandes oder einer dorsalen Gipsлонgette ruhiggestellt wurde. Operationswiederholungen waren bei den Patienten, die nach dem Eingriff keine Stabilisationshilfe tragen mußten, sogar fast viermal häufiger notwendig als beim Rest.

Noch ein Wort zu den hohen Komplikationsraten bei der Behandlung mit der Abduktionsschiene und Pallakos. Um keinen falschen Eindruck zu gewinnen, sollte man wissen, daß ein Patient, dessen Fraktur zusätzlich mit einer Abduktionsschiene stabilisiert werden sollte, während des stationären Aufenthaltes in ein alkoholisches Entzugsdelir geriet und dabei stürzte, was zur Refraktur des Oberarmschaftes führte. Das gehäufte Vorkommen von komplizierenden Ereignissen bei dem Krankengut, das

Tabelle 13: Übungsstabilität und Komplikationen bei verschiedenen Operationsmethoden

Operations- methode	Übungs- stabilität	Komplika- tionen	Material- ausmaß	sek. Radio- lyse	Osteo- itis	andere Kompl.	Feinter- vention
schmale Platte	88,9 %	¹⁶ (35,6 %)	10	5	1	-	⁸ (17,7 %)
breite Platte	85,7 %	⁹ (32,1 %)	4	4	-	-	⁷ (25,0 %)
T-Platte	82,8 %	⁹ (31,0 %)	3	-	1	5	⁴ (13,8 %)
Schrauben- osteosyn- these	93,3 %	⁴ (26,7 %)	1	-	-	3	² (13,3 %)
Draht- cerclagen	83,3 %	³ (50,0 %)	3	-	-	-	² (33,3 %)
Platte gespannt	97,0 %	⁶ (18,2 %)	3	2	1	-	⁴ (12,1 %)
Platte nicht ge- spannt	78,8 %	¹² (36,4 %)	6	4	-	2	⁸ (24,2 %)

Tabelle 14: Übungsstabilität und Komplikationen bei verschiedenen Stabilisationshilfen

Stabilisa- tionshilfe	Übungs- stabilität	Komplika- tionen	Material- ausriß	sek. Radia- lisparese	Oste- itis	andere Reinter- vention
Osteosyn- these mit Gips	88,9 %	⁹ (33,3 %)	5	1	-	3 (² 7,4 %)
Osteosyn- these ohne Gips	80,5 %	¹⁶ (48,5 %)	9	4	1	2 ¹² (29,3 %)
Osteosyn- these mit Desault- Verband	1 Fall					
Dorsale Gipslon- gette	92,3 %	³ (23,1 %)	-	1	-	2 ¹ (¹ 7,7 %)
Abduktions- schiene	100 %	³ (60,0 %)	1	1	-	1 (¹ 20,0 %)
Schienen- verband	5 Fälle					
autologe Spongiosa	90,0 %	³ (30,0 %)	-	1	-	2 ¹ (¹ 10,0 %)
pallakos	75,0 %	75,0 %	3	-	-	-

mit Pallakos behandelt wurde, ist vermutlich dadurch zu erklären, daß die betroffenen Patienten durchwegs an einer malignen Grunderkrankung litten.

Tabelle 15 beleuchtet nun die angewandte Methode im Hinblick auf das Endergebnis.

Tabelle 15: Behandlungsergebnis bei verschiedenen Operationsmethoden

Operations- methode	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
schmale Platte	46,7 %	15,6 %	20,0 %	11,1 %
breite Platte	25,0 %	35,7 %	10,7 %	17,9 %
T-Platte	24,1 %	31,0 %	20,7 %	13,8 %
Schrauben- osteosyn.	40,0 %	40,0 %	6,7 %	6,7 %
Drahtcercl.	50,0 %	-	50,0 %	-
Platte ge- spannt	30,3 %	51,5 %	6,1 %	9,1 %
Platte nicht ge- spannt	42,4 %	18,2 %	21,2 %	18,2 %

Wie zu erwarten, weist auch die Betrachtung der endgültigen Therapieergebnisse keine Differenzen bei der Verwendung der verschiedenen gebräuchlichen Osteosyntheseplatten auf. Ferner machte es sich auch bezüglich des Endresultats bemerkbar, ob die AO-Platte intraoperativ gespannt wurde oder nicht. So wurden im positiven Fall 81,8 % sehr gute und gute Therapieabschlüsse registriert, im negativen Fall nur 60,6 %. Sehr positiv wirkte sich eine vorübergehende Ruhigstellung des operierten Armes auch auf das Abschlußresultat aus, wobei sich die dorsale Gipsлонgette und der Schienenverband besonders bewährten. Verzichtete man hingegen auf eine zusätzliche Immobilisation nach dem Eingriff, dann ließen sich auch merklich weniger optimale und gute Erfolge in der Behandlung

erreichen (Tab. 16).

Tabelle 16: Therapieergebnisse bei verschiedenen Stabilisationshilfen

Stabilisationshilfe	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Osteosynthese mit Gips	29,6 %	40,7 %	29,6 %	-
Osteosynthese ohne Gips	29,3 %	26,8 %	12,2 %	26,8 %
Osteosynthese mit Desault-Verband	1 Fall			
Dorsale Gipslong.	53,9 %	38,5 %	7,7 %	-
Abduktions-schiene	60,0 %	20,0 %	20,0 %	-
Schienenverband	60,0 %	40,0 %	-	-
autologe Spongiosa	30,0 %	50,0 %	10,0 %	-

Operator

Neben den Einflüssen der diversen Operationsmethoden sollten im Folgenden auch diejenigen untersucht werden, die auf die Person des Operators, die Lagerung des Patienten während des Eingriffs, die Wahl des operativen Zugangs sowie die Lage der Osteosyntheseplatte am Humerus zurückzuführen sind.

Die Assistenten konnten in 87,7 % der Fälle die Fraktur Übungsstabil versorgen und erreichten damit fast die von ihren Oberärzten erzielte Quote von 92,9 %. Allerdings konnten sie mit 28,1 % nicht in so vielen Fällen wie die Oberärzte (42,9 %) mit optimalem Erfolg operieren. Einen genauen Vergleich spiegelt die Tabelle 17 wider.

Tabelle 17: Vergleich der Operationsergebnisse bei Oberärzten und Assistenten

Operateur	Übungsstabilität	Operationsergebnis			
		sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Oberarzt	92,9 %	42,9 %	25,0 %	17,9 %	14,3 %
Assistent	87,7 %	28,1 %	26,3 %	17,5 %	22,8 %

Lagerung

In den 68 Fällen, in denen aus dem Operationsbericht eine Angabe zur intraoperativen Lagerung des Patienten zu entnehmen war, ergab sich, daß 56 mal in Rückenlage und 12 mal in Bauchlage operiert wurde. Insgesamt waren die Ergebnisse in Bauchlage besser: 75 % der Kranken konnten hier komplikationsfrei operativ versorgt und sogar 83,3 % mit optimalen und guten Ergebnissen aus der Klinik demissioniert werden. In Rückenlage wurde demgegenüber nur in 58,9 % ein komplikationsloser Verlauf und nur in 58,9 % entsprechende Erfolge erzielt.

Zugang

Die 83 Beschreibungen des operativen Zugangs schildern in 19 Fällen ein dorsales, in 26 Fällen ein laterales, 32 mal ein ventrales und schließlich in 6 weiteren Fällen ein anderes Angehen des Oberarmschaftes. Dabei operierte man am erfolgreichsten, wenn die Eröffnung des Humerus von dorsal aus erfolgte, und verursachte auch nur in einem Fall eine Läsion des N. radialis (5,3 %), die bei Anwendung eines anderen Zugangs deutlich häufiger auftrat (9,4 %).

Plattenlage

Die Osteosyntheseplatte wurde am häufigsten (64,9 % der beschriebenen Lokalisationen) an der Lateralseite des Humerus angebracht. Leider wies ausgerechnet diese Patientengruppe die schlechtesten Therapieergebnisse auf. So war der post-

operative Verlauf nur bei der Hälfte des Patientengutes mit lateraler Plattenlage frei von Komplikationen, und ebenfalls nur etwa die Hälfte konnte mit sehr guten oder guten Heilerfolgen behandelt werden. Demgegenüber stehen 84,6 % optimal und gut Behandelte, bei denen die Platte an anderer Stelle fixiert wurde.

Operationswiederholung

Wie schon zu Beginn der Arbeit erwähnt, werden im Rahmen dieser Untersuchung die Ergebnisse von 112 Operationen bei Humerusschaftfrakturen zusammengefaßt. Die insgesamt 112 operativen Eingriffe summieren sich aus 66 Erst-, 20 Doppeloperationen und 6 Operationen, die an zwei Patienten durchgeführt wurden, die sich insgesamt dreimal einer Operation unterziehen mußten. Darüber, ob eine Operationswiederholung das Endresultat beeinträchtigt, soll die folgende Zusammenstellung Aufschluß geben.

	Gesamtzahl	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
einmal operiert	66	36,4 %	27,3 %	19,7 %	9,1 %
zweimal operiert	20	20,0 %	30,0 %	10,0 %	20,0 %
dreimal operiert	2			1 Pat.	1 Pat.

Die häufigsten Gründe, die eine Zweitoperation erforderlich machten, waren zum ersten die Lockerung des implantierten Osteosynthesematerials, z.T. mit nachfolgender Ausbildung einer Pseudarthrose, zum zweiten das Auftreten einer sekundären Radialisschädigung im Anschluß an die erste Operation.

Dauer der stationären Behandlung

Zur Beurteilung der stationären Verweildauer wurden drei Personengruppen getrennt beobachtet:

Gruppe A: Polytraumatisierte

Gruppe B: Patienten mit Komplikationen im postoperativen Verlauf

Gruppe C: Patienten ohne Komplikationen im postoperativen Verlauf

Bei mehrmaligem Klinikaufenthalt wurden die stationären Behandlungswochen addiert:

	<u>Männer</u>	<u>Frauen</u>
Gruppe A:	12,0 Wochen	11,8 Wochen
Gruppe B:	9,2 Wochen	8,7 Wochen
Gruppe C:	5,8 Wochen	5,8 Wochen

Faßt man alle Ergebnisse zusammen, so ergibt sich eine um durchschnittlich 1,6 Tage geringere Dauer des stationären Aufenthaltes beim weiblichen Geschlecht.

Dauer der ambulanten Nachbehandlung

Da der Erfolg der krankengymnastischen Übungen zu einem grossen Teil von der Aktivität und Kooperationsbereitschaft des Patienten abhängt, war auch bei dem hier untersuchten Krankengut die Phase der postoperativen physikalischen Nachbehandlung unterschiedlich lang. Im Mittel kamen die Patienten mit normalem Heilungsprozeß 15,8 Wochen zur ambulanten Nachbehandlung, diejenigen, deren postoperativer Verlauf durch eine Schädigung des Radialisnerven kompliziert wurde, 35,1 Wochen, und Patienten, bei denen andere Ereignisse den Heilungsvorgang erschwerten, sogar 40,6 Wochen. Signifikante Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern konnten dabei nicht beobachtet werden.

Postoperative Komplikationen

45 (40,2 %) der 112 operativen Eingriffe wurden von Komplikationen begleitet, die 39 von 88 Patienten betrafen. Man muß dabei aber erwähnen, daß selbst ganz geringfügige Ereignisse wie etwa eine leicht verzögerte Bruchheilung oder eine minimale hypästhetische Sensibilitätsstörung hier schon unter der Rubrik "postoperative Komplikationen" erscheinen. Im Einzel-

nen gibt die tabellarische Zusammenfassung (Tabelle 18) einen Überblick über Art und Häufigkeitsverteilung der Komplikationen.

Tabelle 18: Art und Häufigkeitsverteilung der Komplikationen

Komplikation	Fälle	Anteil an den Komplikationen	relative Häufigkeit, bezogen auf alle Operationen
Materialausriß	12	17,1 %	10,7 %
Pseudarthrosen	14	20,0 %	12,5 %
Refraktur	4	5,7 %	3,6 %
Humeruskopfnekrose	1	1,4 %	0,9 %
Instabilitäts-callus	8	11,4 %	7,1 %
verzögerte Bruchheilung	5	7,1 %	4,5 %
Osteitis	5	7,1 %	4,5 %
Sudeck-Dystrophie	2	2,9 %	1,8 %
Radialisparese	10	14,3 %	8,9 %
Ulnariskompressions-syndrom	4	5,7 %	3,6 %
sonstige neurologische Ausfälle	2	2,9 %	1,8 %
andere Komplikationen	3	4,3 %	2,7 %

Fast 60 % aller Komplikationen stellten sich bis spätestens zwei Wochen nach dem Eingriff ein, allen voran die sekundäre Läsion des N. radialis. Auch die Lockerung des Osteosynthesematerials konnte in vier Fällen schon in den ersten 14 Tagen nach der Operation registriert werden. Dreimal riß die AO-Platte zwischen der 6. und 8. postoperativen Woche aus, die restlichen fünfmal schließlich zwischen dem 6. und 18. postoperativen Monat.

Von den besonderen Komplikationen seien zwei Fälle kurz erläutert:

Bei einem Patienten war es während der Operation zu einer Infektion am Humerus gekommen, die eine Osteitis mit nachfolgender Oberarmkopfenkrose zur Folge hatte. Der nekrotisierte Humeruskopf mußte in einer neuerlichen Operation reseziert werden.

Die Lockerung der Osteosyntheseplatte führte bei einem anderen Patienten zur Ausbildung eines Instabilitätscallus und im Anschluß daran zu einer Callusspangenbildung zur Scapula, die natürlich eine erhebliche Bewegungseinschränkung nach sich zog.

Krankengymnastische Nachbehandlung

Die postoperative krankengymnastische Übungsbehandlung begann bei über der Hälfte der Patienten (53,5 %) in der zweiten Woche nach dem Eingriff, bei 13,8 % der Operierten schon in der ersten. Sie fand bei $\frac{3}{4}$ des Patientenguts - zumindest am Anfang - zwei- bis dreimal pro Woche statt. Am Ende der physikalischen Behandlung konnten 60,6 % der Patienten mit kompliziertem Verlauf die Klinik mit sehr guten bis guten Endergebnissen verlassen, beim restlichen Krankengut sogar 85,7 %. Dauer und Beginn der therapeutischen Bewegungsübungen nahmen keinen signifikanten Einfluß auf das endgültige Resultat, was darauf schließen läßt, daß alle Patienten "ausbehandelt" wurden.

Metallentfernung

a. Zeitpunkt

Das bei der Operation zur Anwendung gekommene Material wurde, sofern keine Komplikationen auftraten, nach 13,3 Monaten im Durchschnitt entfernt. Komplizierten irgendwelche Vorkommnisse den Verlauf, so erfolgte die Metallentnahme schon nach durchschnittlich 11,4 Monaten. In fünf beobachteten Fällen von Materiallockerung wurde die Osteosyntheseplatte sogar innerhalb des ersten Vierteljahres nach der Erstoperation herausgenommen.

b. Alter

Fünfmal wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung das Material noch belassen, da die Operation noch zu kurze Zeit zurücklag. In weiteren 10 Fällen verzichtete man überhaupt ganz auf die Materialentfernung, weil man den betreffenden Patienten angesichts ihres hohen Alters nicht das Risiko eines neuerlichen operativen Eingriffs zumuten wollte. Die Hälfte dieser Patientengruppe war bereits zwischen 70 und 80 Jahre alt.

c. Komplikationen

Mit Ausnahme eines nach der Entfernung des Osteosynthesematerials erneut aufgetretenen Ulnariskompressionssyndroms betrafen sämtliche Komplikationen den N. radialis. So trat nach der Materialentnahme in einem Fall eine Radialisparese auf, rezidierten zweimal primäre Radialisparesen, und wurde in einem weiteren Fall der N. Radialis bei der Entfernung der Platte ganz durchtrennt. Die Komplikationsrate lag somit bei 9,6 %.

d. Stationäre Verweildauer

Der stationäre Aufenthalt zur Materialentnahme dauerte mindestens drei und maximal 21 Tage. Dazu ist zu bemerken, daß bei diesen Angaben die Fälle mit Radialisläsion eingeschlossen sind. Die mittlere stationäre Verweildauer lag beim weiblichen Geschlecht bei 9,1 und beim männlichen bei durchschnittlich 9,6 Tagen. Der Krankenhausaufenthalt war somit auch bei Entnahme - wie schon bei der Implantation des Osteosynthesematerials - bei den Männern etwas länger als bei den Frauen.

e. Wiedereintritt der Arbeitsfähigkeit

Jener selbständige Kaufmann, der schon 4 Wochen nach seinem Unfall die Arbeit wieder aufgenommen hatte, erzielte auch hier wieder den Rekord. Schon am Tage nach der Klinikentlas-

sung konnte er seiner Arbeit im eigenen Betrieb nachgehen. Der Gesamtdurchschnitt der Patienten war 3,1 Wochen nach der Materialentfernung wieder arbeitsfähig; wenn sich Komplikationen einstellten, dauerte es bis zur Wiederaufnahme der Arbeit durchschnittlich 11 Wochen.

4. Ergebnisse: Nachuntersuchung

Die Vorgeschichte der 69 Patienten, deren Befunde der gesamten Nachuntersuchung zugrundeliegen, gibt Tabelle 19 wieder:

Tabelle 19: Befunde bei 69 nachuntersuchten Patienten

Patienten mit postoperativen Komplikationen	18
Patienten mit primärer Radialisparese	2
Patienten mit Polytrauma	4
Patienten mit primärer Radialisparese und Polytrauma	1
Patienten mit primärer Radialisparese und postoperativen Komplikationen	3
Patienten mit Polytrauma und postoperativen Komplikationen	7
Patienten mit Polytrauma, primärer Radialisparese und postoperativen Komplikationen	2
Patienten mit keiner der oben genannten Komplikationen	32
Summe	<u>69</u>

Die sechs Patienten, die eine Spontanfraktur erlitten hatten, konnten nicht mehr nachuntersucht werden, da fünf von ihnen in der Zwischenzeit verstorben waren und das Mädchen mit der Knochencyste der Untersuchungsaufforderung nicht nachkam.

Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Das kürzeste Intervall zwischen Unfall- und Nachuntersuchung betrug vier, das längste 90 Monate. Der Durchschnitt der Patienten wurde 40,6 Monate nach dem Unfallereignis beurteilt.

Beschwerden

Die Beschwerden der Patienten wurden in subjektive und objektive unterteilt. Dabei zeigte sich, daß beim untersuchten Krankengut sowohl die subjektiven als auch die objektiven Beschwerden bei denjenigen Patienten, die sekundär operiert worden waren, wesentlich seltener registriert wurden als bei den primär operativ versorgten.

	Beschwerden	
	subjektive	objektive
primär Operierte	78,6 %	53,6 %
sekundär Operierte	42,8 %	23,2 %

Besonders hoch war der Anteil derjenigen Patienten, die Beschwerden anzumelden hatten, in der Gruppe mit postoperativen Komplikationen (Verhältnis 2:1).

Die Skala der subjektiven Klagen reichte von unklaren wetterabhängigen Beschwerden und geringgradigen sensiblen Hypästhesien bis hin zur eindeutig objektivierbaren Bewegungseinschränkungen im Schulter- oder Ellenbogengelenk:

	% der subjektiven Beschwerden
Durchblutungs- und Sensibilitätsstörungen	21,8
Wetterabhängige Beschwerdebilder	17,4
Ruhe- und Bewegungsschmerzen	21,8
Kraftminderung und Bewegungseinschränkung	36,9
Nicht abgeklungene primäre Radialisparese (1 Patient) (trotz Nerventransplantat)	2,1

Insgesamt hatten die nachuntersuchten Patienten in über der Hälfte der Fälle (54,7 %) subjektive Klagen vorzubringen, die sich - soweit überprüfbar (Sensibilitätsstörungen, Durchblutungsstörungen, Kraftminderung und Bewegungseinschränkung) - in 93,3 % verifizieren ließen, so daß bei genau einem Drittel des Patientengutes objektive Beschwerden registriert wurden.

Grobe Kraft und Beschwiellung der Hand

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde bei den Patienten mittels eines Handmanometers sowohl auf der Bruch- als auch auf der Gegenseite die maximale Kraft gemessen. Dabei schnitten erwartungsgemäß diejenigen Patienten, deren Heilungsprozess sich komplikationslos vollzog, besser ab als diejenigen mit einer primären Radialisparese oder kompliziertem postoperativem Verlauf, wie die folgende Übersicht beweist:

Tabelle 20: Durchschnittliche maximale Kraft in kp bei Patienten mit komplikationslosem und kompliziertem Heilungsverlauf

Durchschnittliche maximale Kraft (in kp)	Primäre Radialisparese oder postop. Komplikationen	Restgruppe
Bruchseite männl.	60,6	77,1
weibl.	36,9	42,6
Gegenseite männl.	84,5	88,6
weibl.	47,8	46,7
Differenz männl.	20,0	11,9
weibl.	10,1	3,7

Die Beschwiellung der Hände wurde bei dem Krankengut mit postoperativen Komplikationen in 73,3 % der Beobachtungen als seitengleich dokumentiert, bei den übrigen Patienten in 92,6 % der Fälle. Die unterschiedliche Beschwiellung der Hände wurde aber in der Regel wesentlich seltener registriert als Differenzen in der maximalen Kraftentwicklung beider Hände. Das bedeutet, daß nicht jeder Kraftunterschied zwischen Bruch- und Gegenseite mit einer deutlich differenten Beschwiellung der Hände korreliert.

Längen- und Umfangmaße

Länge des Oberarms vom Acromion bis zum Epicondylus lateralis

Bei ziemlich genau einem Drittel der Nachuntersuchten registrierten wir - egal, ob postoperativ Komplikationen eingetreten waren oder nicht - eine differente Humeruslänge auf

der Bruch- und Gegenseite. Der mittlere Längenunterschied maß bei Patienten mit mäßigen oder schlechten Endresultaten 1,5 cm, bei denen mit besseren Ergebnissen die Hälfte. Ausserdem wurde nur bei 21 % der optimal bzw. gut Behandelten überhaupt eine Längendifferenz beobachtet. Bei mäßigen und schlechten Endergebnissen hatten 76,2 % der Patienten Unterschiede aufzuweisen, die bei 42,9 % mehr als 1 cm maßen.

Umfang des Oberarms bei herabhängendem Unterarm

Der Umfang des Oberarms wurde bei den Patienten an drei verschiedenen Stellen gemessen:

- a. 10 cm proximal des Epicondylus lateralis
- b. 10 cm distal vom Acromion
- c. an der Stelle des Maximalumfanges

Die Differenz zwischen operierter und nicht operierter Seite war in keiner der untersuchten Gruppen auffallend hoch. Allerdings konnte man eine gewisse Parallelität erkennen: Je besser das endgültige Therapieergebnis war, desto geringer war auch die Seitendifferenz der Umfangmaße am Oberarm, wenn sie auch in absoluten Maßen ausgedrückt nicht so stark ins Gewicht fiel.

Auch die ergänzend gemessenen Umfangmaße des Ellenbogengelenks und des herabhängenden Unterarms zeigten keine deutlichen Auffälligkeiten.

Grobe Messung der Beweglichkeit im Schultergelenk

Zur Prüfung der globalen Funktion des Schultergelenks wurden die Patienten gebeten, den Schürzen-, Nacken- und Schultergriff durchzuführen. Beim Nackengriff wird dabei vor allem die Flexion, Abduktion und Außenrotation, beim Schürzengriff dagegen mehr die Extension, Adduktion und Innenrotation im Schultergelenk getestet. Zum Schultergriff führen die Patienten die Hand zur gegenüberliegenden Scapula.

Bei der Untersuchung zeigte sich, daß der Schürzengriff den

Patienten generell leichter fiel als der Nacken- und Schultergriff, welche wesentlich häufiger nicht oder nur unter Schmerzen ausführbar waren; fast ausschließlich natürlich bei Patienten, bei denen auch insgesamt nur ein mäßiges oder gar schlechtes Behandlungsergebnis erzielt werden konnte.

Mit der einen Ausnahme, daß der Nackengriff für 26,6 % der Patienten mit postoperativen Komplikationen gegenüber nur 11,1 % der übrigen Patienten nicht durchführbar war, zeigten sämtliche Patientengruppen nur wenig voneinander divergierende Meßergebnisse bei der Feststellung der groben Beweglichkeit im Schultergelenk. Die nächste Zusammenstellung umfaßt deshalb alle Patienten.

Tabelle 21: Beweglichkeit im Schultergelenk (in % der Patienten)

	Schürzengriff	Nackengriff	Schultergriff
möglich	88,1	69,0	73,8
möglich, aber schmerzhaft	10,7	14,3	10,7
unmöglich	1,2	16,7	15,5

Exakte Messung der Beweglichkeit im Schulter-, Ellenbogen- und Unterarmgelenk

Nach der zu Beginn des speziellen Teils genau beschriebenen Neutral-Null-Methode wurden die Bewegungsausmaße der zur Nachuntersuchung erschienenen Personen erhoben und in den nun folgenden Tabellen protokolliert.

a. Seitwärtsbewegung des Armes (in Grad)

Tabelle 22:

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen		120,0	140,0	163,8	165,0	168,6
primäre Radialisparese			126,7	175,0	170,0	170,0
Polytraumatisierte	170,0	130,0	125,0	164,0	170,0	170,0
Restgruppe	153,3	157,5	180,0	150,0	170,0	170,0
Mittelwert aller Patienten	155,7	142,9	137,5	161,5	168,8	169,7

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 170,0 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen		57,5	23,3	7,5	10,3	4,3
primäre Radialisparese			36,7			
Polytraumatisierte		46,7	30,0	10,0		
Restgruppe	18,3	14,2		16,0		2,5
Mittelwert aller Patienten	15,7	30,5	25,8	9,1	2,9	2,7

Die Seitwärtsbewegung des Armes war natürlich vor allem dann beeinträchtigt, wenn die Fraktur im proximalen Schaftdrittel lag. Die Frakturen im mittleren Drittel zeigten im Vergleich zur Gegenseite nur dann größere Differenzen, falls sie primär operativ behandelt wurden. Die distalen Frakturen schließlich beeinflussten die Seitwärtsbewegung bei der Nachuntersuchung nur dann, wenn der postoperative Verlauf von Komplikationen begleitet war, wie grundsätzlich Patienten mit postoperativen Komplikationen, primärer Radialisparese oder Polytrauma schlechtere Ergebnisse aufwiesen als die Restgruppe.

b. Armbewegung körperwärts (Tabelle 23)

Operat. Versorgung:	Drittel:		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	35,0	33,3	35,6	35,0	37,1
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	30,0	40,0	40,0	40,0
Polytraumatisierte	40,0	36,7	25,0	33,0	30,0	40,0
Restgruppe	32,5	32,1	30,0	39,0	30,0	38,8
Mittelwert aller Patienten	33,6	32,6	30,8	36,3	32,9	38,3

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 37,9 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel:		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	1,7	5,0	3,8	Ø	1,4
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	6,7	Ø	Ø	Ø
Polytraumatisierte	Ø	3,3	10,0	6,0	Ø	Ø
Restgruppe	5,8	5,8	10,0	1,0	1,7	Ø
Mittelwert aller Patienten	5,0	4,3	6,7	3,3	1,4	0,7

Die unterschiedlichen Bewegungsausmaße auf der Bruch- und Gegenseite zeigten geringgradig bessere Werte für die Gruppe der sekundär Operierten. Das galt für alle vier Patientengruppen und sämtliche Bruchlokalisationen.

c. Rückwärtsbewegung des Armes (Tabelle 24)

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	28,3	38,3	38,8	50,0	40,0
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	36,7	40,0	60,0	45,0
Polytraumatisierte	50,0	26,7	40,0	40,0	40,0	40,0
Restgruppe	37,5	34,6	50,0	47,0	43,3	50,0
Mittelwert aller Patienten	39,3	31,7	39,1	41,3	47,1	43,3

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 45,4 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	15,0	8,3	5,0	Ø	2,9
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	16,7	5,0	Ø	Ø
Polytraumatisierte	Ø	13,3	10,0	8,0	Ø	Ø
Restgruppe	10,8	9,6	Ø	3,0	Ø	Ø
Mittelwert aller Patienten	9,3	11,7	10,0	5,3	Ø	1,3

Die proximalen Frakturen des Humerusschaftes führten zur deutlichsten Einschränkung der Rückwärtsbewegung des Schultergelenks, vor allem dann, wenn sie sekundär operativ versorgt wurden. Die Brüche im mittleren Schaftdrittel beeinträchtigten diese Bewegung nur dann merklich, sofern sie primär einer Operation zugeführt wurden. Die distalen Frakturen nahmen keinen wesentlichen Einfluß.

d. Vorwärtsbewegungen des Armes (Tabelle 25)

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	118,3	145,0	167,5	170,0	168,6
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	130,0	150,0	180,0	170,0
Polytraumatisierte	180,0	143,3	140,0	154,0	170,0	175,0
Restgruppe	146,7	153,3	170,0	148,0	150,0	172,5
Mittelwert aller Patienten	151,4	141,9	142,5	157,5	162,9	170,7

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 165,9 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	51,7	18,3	10,0	Ø	Ø
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	36,0	10,0	Ø	Ø
Polytraumatisierte	Ø	30,0	5,0	16,0	Ø	Ø
Restgruppe	21,7	16,7	Ø	14,0	Ø	Ø
Mittelwert aller Patienten	18,6	28,6	19,2	12,5	Ø	Ø

Ähnlich wie schon bei der Rückwärtsbewegung wurden auch hier die größten Bewegungseinschränkungen bei den proximal frakturierten Oberarmen beobachtet, insbesondere dann, wenn sie nicht einer primär operativen Behandlung zugeführt wurden. Die Patienten, deren Humerusfraktur im mittleren Schaftdrittel lokalisiert war, waren dagegen in dieser Bewegung dann mehr behindert, wenn sie sofort nach dem Unfall operiert wurden. Bei distal gelegener Fraktur ergab sich keinerlei Verschlechterung gegenüber der gesunden Seite.

e. Einwärtsdrehung des Armes (Tabelle 26)

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx		95,0		95,0		95,0	
primäre Radialisparese	xxxx		xxxx		95,0		95,0	
Polytraumatisierte	95,0		95,0		95,0		95,0	
Restgruppe	95,0		91,3		95,0		92,0	
Mittelwert aller Patienten	95,0		92,9		95,0		94,3	

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 95,0 Grad.

In Analogie zu der Beobachtung, daß der Schürzengriff bei der Erfassung der groben Beweglichkeit den Patienten im allgemeinen die geringsten Schwierigkeiten bereitete, war auch die Einwärtsdrehung des Armes bei keiner Patientengruppe deutlich behindert. Auch bei größerer Motilitätseinschränkung im Schultergelenk war die Einwärtsdrehung des Armes bis zu 95 Grad fest immer möglich, wenngleich auch bei endgradiger Innenrotation manchmal Schmerzen angegeben wurden.

f. Auswärtsdrehung des Armes (Tabelle 27)

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx		28,3		46,7		50,3	
primäre Radialisparese	xxxx		xxxx		53,3		55,0	
Polytraumatisierte	50,0		55,0		35,0		53,0	
Restgruppe	48,3		40,8		50,0		44,0	
Mittelwerte aller Patienten	48,6		42,1		46,7		50,0	

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 51,7 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	17,5	3,3	5,0	5,0	14,3
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	3,3	Ø	Ø	5,0
Polytraumatisierte	Ø	5,0	10,0	2,0	Ø	Ø
Restgruppe	5,0	7,1	Ø	8,0	6,7	Ø
Mittelwerte aller Patienten	2,9	9,8	4,2	4,5	3,6	5,3

Die Außenrotation im Schultergelenk war vor allen Dingen dann reduziert, wenn die Humerusfraktur im proximalen Schaft-drittel gelegen und sekundär operativ versorgt worden war. Leider gab es keine entsprechende Vergleichsgruppe, um eine Aussage darüber machen zu können, ob mit einer sofortigen operativen Behandlung bei gleicher Bruchlokalisation bessere Resultate erzielt werden können. Ansonsten zeigten sämtliche Untersuchte annähernd gleiche Ergebnisse.

g. Horizontalbewegung des Armes nach rückwärts (Tabelle 28)

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	30,0	31,7	41,3	45,0	38,6
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	26,7	40,0	60,0	45,0
Polytraumatisierte	30,0	35,0	20,0	42,0	40,0	35,0
Restgruppe	48,3	39,2	45,0	39,0	35,0	43,8
Mittelwert aller Patienten	45,7	33,0	29,6	40,8	43,3	40,3

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 46,0 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
			primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx		7,5	15,0	2,5	5,0	1,4	
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	20,0	5,0	Ø	Ø		
Polytraumatisierte	10,0	10,0	30,0	4,0	Ø	5,0		
Restgruppe	9,2	9,6	Ø	11,0	15,0	1,3		
Mittelwert aller Patienten	9,3	8,3	17,5	5,3	6,7	1,7		

Die primär operativ versorgten Brüche des mittleren Drittels wiesen hier die schlechtesten Ergebnisse auf, sofern ein Polytrauma, eine posttraumatische Lähmung des Radialisnerven oder Komplikationen im postoperativen Verlauf den Heilungsprozeß erschwerten.

Im Übrigen waren die erst sekundär operierten Patienten in dieser Bewegungsform seltener behindert als Patienten, die sofort nach dem Unfallereignis operiert wurden.

h. Horizontalbewegung des Armes nach vorne (Tabelle 29)

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
			primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx		117,5	119,2	131,3	122,5	127,1	
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	110,0	127,5	135,0	127,5		
Polytraumatisierte	120,0	132,5	110,0	125,0	120,0	137,5		
Restgruppe	120,8	124,6	120,0	123,0	127,5	130,0		
Mittelwert aller Patienten	120,7	123,9	115,4	127,3	125,8	129,3		

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 130,1 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx		20,0	10,0	1,3	2,5	2,9	
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	20,0		5,0	∅	∅	
Polytraumatisierte	15,0	5,0	∅		2,0	∅	∅	
Restgruppe	9,2	5,8	∅		4,0	2,5	∅	
Mittelwert aller Patienten	10,0	7,8	10,0		2,8	1,7	1,3	

Das schon oben für die Bewegung nach rückwärts Gesagte gilt auch hier: wieder schnitten die primär operierten Frakturen des mittleren Drittels am schlechtesten ab, falls eine primäre Schädigung des N. radialis oder ein komplizierter postoperativer Verlauf vorlagen.

Die sofortige Operation brachte auch bei der Horizontalbewegung nach vorne gegenüber einer späteren z.T. deutlich grössere Bewegungseinschränkungen.

i. Streckung im Ellenbogengelenk (Tabelle 30)

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx	+	1,7	- 3,3	+	0,6	-10,0	- 5,0
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	-10,0	+	10,0	+10,0	+	2,5
Polytraumatisierte	+10,0	+	3,3	± 0	+	5,0	-10,0	± 0
Restgruppe	+ 6,0	+	9,2	+10,0	+	4,0	- 5,0	- 2,5
Mittelwert aller Patienten	+ 6,7	+	6,2	- 3,3	+	3,0	- 5,0	- 3,3

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei +9,3 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
			primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx		6,7	11,7	9,4	15,0	16,3	
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	20,0		Ø	Ø	12,5	
Polytraumatisierte	Ø		6,7	5,0	5,0	10,0	10,0	
Restgruppe	Ø		0,8	Ø	8,0	12,5	10,0	
Mittelwert aller Patienten	Ø		3,1	11,7	7,0	11,3	13,3	

k. Beugung im Ellenbogengelenk (Tabelle 31)

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
			primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx		133,3	133,3	133,8	115,0	124,3	
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	120,0		140,0	130,0	135,0	
Polytraumatisierte	150,0		140,0	125,0	132,0	120,0	105,0	
Restgruppe	134,0		136,7	140,0	126,0	125,0	137,5	
Mittelwert aller Patienten	136,7		136,2	129,2	132,0	122,5	126,7	

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite bei 137,8 Grad.

Differenz zwischen Bruch- und Gegenseite:

Operat. Versorgung:	Drittel:		proximal		mittleres		distal	
			primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
postoperat. Komplikationen	xxxx		3,3	8,3	2,5	15,0	18,6	
primäre Radialisparese	xxxx	xxxx	20,0		Ø	Ø	10,0	
Polytraumatisierte	Ø		Ø	10,0	2,0	10,0	20,0	
Restgruppe	Ø		2,5	Ø	4,0	17,5	5,0	
Mittelwert aller Patienten	Ø		2,4	10,8	2,5	13,8	14,0	

Wie zu erwarten, führten die Frakturen des distalen Schaftdrittels zu einer Verminderung der endgradigen Bewegungsausschläge im Ellenbogengelenk, die besonders stark ausgeprägt war bei kompliziertem postoperativem Verlauf. Auch bei primär operierten Brüchen des mittleren Schaftdrittels zeigte sich eine reduzierte Motilität im Ellenbogengelenk, wenn zusätzliche Handicaps wie primäre Radialisschäden und Komplikationen im Anschluß an die Operation vorlagen.

1. Pronation und Supination

Da bei keiner Patientengruppe speziell Pro- und Supination vermehrt eingeschränkt zur Beobachtung kamen, sind in der Tabelle 32 die Ergebnisse des gesamten nachuntersuchten Krankengutes zusammengefaßt.

Tabelle 32: Werte für Pronation und Supination bei allen nachuntersuchten Patienten

Operat. Versorgung:	Drittel: proximal		mittleres		distal	
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	sekundär
Pronation	86,7	88,1	85,0	85,3	85,0	85,0
Differenz	Ø	Ø	5,0	3,5	3,8	5,3
Supination	86,7	87,6	80,0	86,3	85,0	84,0
Differenz	Ø	Ø	7,5	2,6	3,8	6,0

Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten lag auf der gesunden Seite für die Pronation bei 89,1 und für die Supination bei 85,9 Grad.

Die Drehbewegungen des Unterarmes wurden von Oberarmschaftbrüchen des mittleren und distalen Drittels geringgradig behindert. Proximale Humerusfrakturen behinderten die Funktion der Unterarmgelenke in keinsten Weise.

Schmerzen bei Bewegung

Bei der Nachuntersuchung wurden die Patienten auch nach der Schmerzhaftigkeit der einzelnen Bewegungen in den verschiedenen Gelenken befragt. Hier die Antworten der Patienten:

	Schmerzen bei Bewegung im Schultergelenk	Schmerzen bei Bewegung im Ellenbogengelenk	Pronation Supination
Primär Operierte	19,2 %	3,9 %	Ø
Sekundär Operierte	23,2 %	10,7 %	8,9 %
alle Nachunter- suchten	21,9 %	8,5 %	6,1 %

Bewegungseinschränkung in Vierteln

Zusammenfassend wurde am Schluß der Untersuchung versucht, die Motilitätsstörungen in Vierteln des maximal möglichen Bewegungsumfanges des jeweiligen Gelenkes wiederzugeben (Tab. 33 a-c).

Tabelle 33a: Motilitätseinschränkung im Schultergelenk
(Angaben in % der Patienten)

Fraktur- drittel	keine	1/16	1/8	1/6	1/4	1/3	1/2	2/3	größer
prox.	32,1	10,7	10,7	3,6	10,7	21,4	Ø	10,7	Ø
mittl.	50,0	Ø	9,4	3,1	34,4	3,1	Ø	Ø	Ø
dist.	91,3	Ø	4,3	4,3	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø

Tabelle 33b: Motilitätseinschränkung im Ellenbogengelenk

Fraktur drittel	keine	1/16	1/8	1/6	1/4	1/3	größer
prox.	85,2	Ø	11,1	3,7	Ø	Ø	Ø
mittl.	54,5	3,0	9,1	21,2	9,1	3,0	Ø
dist.	29,2	4,2	12,5	8,3	37,5	8,3	Ø

Tabelle 33c: Motilitätseinschränkung in den Unterarmgelenken

Frakturdrittel	keine	1/16	1/8	1/6	1/4	größer
proximales	100,0					
mittleres	66,7	3,3	20,0	3,3	6,7	Ø
distales	75,0	12,5	4,2	8,3	Ø	Ø

Die Motilität war etwa in gleicher Häufigkeit im Schulter- und Ellenbogengelenk behindert (44,6 % und 42,4 %), während sich eine Verschlechterung der Gelenksfunktion am Unterarm nur bei ungefähr einem Fünftel aller Patienten fand. Führten 2/3 aller proximalen Schaftfrakturen zu einer unterschiedlich stark ausgeprägten Verminderung der Beweglichkeit im Schultergelenk, so verursachten analog dazu rund 2/3 aller distalen Oberarmschaftbrüche unterschiedliche Motilitätsbehinderungen im Ellenbogengelenk. Umgekehrt hatten 91,3 % der Patienten mit Frakturen im distalen Drittel keinerlei Bewegungseinschränkungen im Schultergelenk und 85,2 % der Patienten mit proximalem Schaftbruch keine Motilitätsminderung im Ellenbogengelenk.

Bei Lokalisation der Fraktur im mittleren Drittel wurde in etwa gleicher Häufigkeit eine verminderte Beweglichkeit im Schulter- wie im Ellenbogengelenk registriert.

Die Funktion der Unterarmgelenke war in den Fällen mit distaler Bruchlokalisierung bei einem Viertel, in den Fällen mit Bruchlokalisierung im mittleren Drittel bei einem Drittel und bei den proximal gelegenen Frakturen nie reduziert.

Röntgenbefund

97,5 % aller zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung röntgenologisch kontrollierten Frakturen waren bereits knöchern verheilt. In einem Fall kam der Frakturspalt 9 Monate nach dem Unfallgeschehen noch zur Darstellung. Bei einer weiteren Person, die einen Schaftbruch im proximalen Drittel erlitten hatte, mußten wir eine im Rahmen einer Osteitis entstandene partielle Kopfnekrose diagnostizieren. Rotationsfehler wurden nie, Achsfehler bei 11,3 % des Krankengutes beobachtet:

Varusfehlstellung	5,00 %
Valgusfehlstellung	1,25 %
Valgusfehlstellung + Antekurvation	1,25 %
Retrokurvation	1,25 %
Restliche Fehlstellungen	2,50 %

Wie schon bei der Besprechung der Materialentfernung erwähnt,

konnte die Entnahme des Osteosynthesematerials auch röntgenologisch bei 78,3 % aller Patienten dokumentiert werden. Bei fünf Patienten, die mit noch liegender Platte zur Nachuntersuchung erschienen, lag die Operation erst vier bis sechzehn Monate zurück. Weitere 10 Patienten trugen das Material noch, weil das Risiko eines erneuten Eingriffs angesichts ihres hohen Alters und der Tatsache, daß sie sich durch das Implantat in keiner Weise behindert fühlten und wir keine Metallosezeichen fanden, nicht angemessen schien. Die Hälfte der Patienten befand sich nämlich schon im 8. Lebensjahrzehnt.

Berufs- bzw. Erwerbsminderung nach dem Unfall

51,8 % aller zur Nachuntersuchung erschienenen Personen konnten nach Therapieende in den gleichen Beruf zurückkehren, den sie schon vorher ausgeübt hatten. Bei 44,6 % der Patienten erübrigte sich die Frage nach einem etwaigen Berufswechsel, weil sie entweder Hausfrauen waren oder sich zum Unfallzeitpunkt schon im Rentenstand befanden. 1,2 % der Patienten waren, als sie den Unfall erlitten, gerade arbeitslos.

Einen Berufswechsel erzwang der Bruch des Oberarmes nur bei einer Patientin, die ihrem erlernten Beruf einer Friseurin nicht mehr nachgehen konnte, nachdem Komplikationen im postoperativen Verlauf eines proximalen Schaftbruchs zu einer Motilitätseinbuße von einem Drittel der Beweglichkeit im Schultergelenk geführt hatten. Sie ist heute als kaufmännische Angestellte tätig.

Bei einer zweiten Person, die sich im Rahmen eines Polytraumas eine Fraktur des Oberarmschaftes im distalen Drittel zugezogen hatte, kam es postoperativ zur Ausbildung eines Ulnaris-kompressionssyndroms, das sich trotz anhaltender Elektrotherapie 12 Monate nach dem Unfall noch nicht zurückgebildet hatte. Da die Patientin infolge der Sensibilitätsstörungen ihren Beruf als Schneiderin nicht ausüben konnte, bezog sie aufgrund der Arbeitsunfähigkeit zum Untersuchungszeitpunkt 90 % ihres letzten Verdienstes als Krankengeld.

Abschlußurteil

Tabelle 34: Beurteilung des Behandlungsergebnisses durch die Patienten

Abschlußurteil	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
postoperat. Komplikationen	30,0 %	33,3 %	23,3 %	13,3 %
primäre Radialisparese	37,5 %	37,5 %	25,0 %	--
Polytrauma- tisierte	35,7 %	42,9 %	7,1 %	14,3 %
Restgruppe	50,0 %	31,3 %	15,6 %	3,1 %
Mittelwert aller Patienten	39,3 %	34,5 %	17,9 %	8,3 %

Um auch die persönliche Meinung der Patienten zu erfahren, befragten wir sie nach ihrer Beurteilung des Behandlungsausganges. Dabei ergaben sich in 15,5 % der Befragungen von der Meinung des Arztes abweichende Urteile. Sechsmal beurteilte der untersuchende Arzt den Therapieerfolg besser, fünfmal schlechter als der Patient selbst.

Betrachtet man die Aufstellung aller Ergebnisse, so wird man feststellen, daß die Therapieresultate aller Patientengruppen recht einheitlich als gut bezeichnet werden dürfen, mit Ausnahme der Operationen, die im weiteren Verlauf durch irgendwelche Ereignisse kompliziert wurden.

KASUISTIK

Bei der Nachuntersuchung wurden neben der genauen Protokollierung der Bewegungsanschlüsse im Schulter- und Ellenbogengelenk zur Dokumentation des Röntgenbefundes standardisierte Übersichtsaufnahmen des Oberarms im frontalen und lateralen Strahlengang angefertigt, und in ausgewählten Fällen zusätzlich noch Funktionsaufnahmen. Aus dem Fallgut wurden willkürlich drei Beispiele ausgewählt:

Fall 1:

E.D., 45 Jahre, männlich

Bei einem Verkehrsunfall erlitt der Patient einen Spiralbruch des distalen Oberarmdrittels, der mit einer primären Läsion des N. radialis einherging. Die Fraktur wurde primär mit einer schmalen Osteosyntheseplatte ruhiggestellt. Nach 3-wöchigem Klinikaufenthalt konnte der Patient in ambulante Krankengymnastische Nachbehandlung entlassen werden.

Bei der Entfernung des Osteosynthesematerials kam es leider erneut zu einer Radialisparese.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (2 Jahre nach dem Unfallereignis) war diese jedoch bereits abgeklungen, die Fraktur knöchern verheilt und die obere Extremität in allen Gelenken frei beweglich. Das Gesamtergebnis konnte als sehr gut bezeichnet werden.

Bild 1 und 2: Röntgenbefund am Unfalltag

Bild 3 und 4: Röntgenbefund 1 Jahr nach dem Unfall

Bild 5 und 6: Röntgenbefund nach Metallentfernung

Fall 2:

M.H., 32 Jahre, männlich

Der Patient stürzte mit einer Schrotgewehr in der Hand die Kellertreppe hinab. Dabei löste sich ein Schuß und zerstückelte den rechten Oberarm des Patienten. 4 Stunden nach

dem Unfall kam der Patient mit liegender Oberarmblutleere in der Chirurgischen Universitätsklinik zur Aufnahme. Man fand eine ca. 10 cm lange, zerfetzte Einschußwunde an der Innenseite des rechten Oberarmes, in der Umgebung multiple kleine Einschußöffnungen von Schrotkörnern. Die Arterie war bis auf eine 4 mm breite Gefäßwandbrücke durchtrennt. Die Hauptvene war intakt, die Kontinuität der Nerven erhalten. Der Humerus war in Schaftmitte auf einer Strecke von ca. 6-7 cm zerschmettert. Multiple kleine Knochenbrösel und Schrotkörner lagen in den Weichteilen.

Nach Wundexcision wurde der Frakturbereich von einem längsverlaufenden dorsalen Schnitt aus angegangen und die Arteria brachialis mit einem Venenpatch (Vena cephalica) versorgt. Die multiplen Cortikalissplitter wurden entfernt und die Fraktur mit einer breiten AO-Platte stabilisiert. Außerdem führte man zur Defektüberbrückung eine ausgedehnte Spongiosaplastik (Beckenkamm) durch.

Der weitere Verlauf war sehr erfreulich. Der Puls der Arteria radialis war postoperativ gut zu tasten, die Hand war warm. Die Wunden heilten p.p.. Durch intensive krankengymnastische Nachbehandlung ließ sich eine völlige Wiederherstellung der Beweglichkeit im rechten Schulter- und Ellenbogengelenk erreichen. Neurologisch bestand bei der Nachuntersuchung (2 1/2 Jahre nach dem Unfallereignis) noch eine geringe Hypästhesie im Versorgungsgebiet des Nervus radialis. Die Motorik war in Ordnung, die Durchblutung seitengleich. Der Knochendefekt ist weitgehend knöchern überbrückt. Herr H. fährt jetzt wieder seinen 20-Tonnen-Lastzug.

Bild 7: Röntgenbefund am Unfalltag

Bild 8 und 9: Röntgenbefund 1/4 Jahr nach operativer Versorgung

Bild 10 und 11: Röntgenbefund zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Fall 3:

E.V., 25 Jahre, weiblich

Die Patientin zog sich bei einem häuslichen Unfall eine geschlossene Humerusfraktur des distalen Drittels zu, die zunächst 4 Wochen mittels eines Lady-Hamilton-Verbandes ruhiggestellt wurde, bevor sie mit einer schmalen Platte und zwei zusätzlichen AO-Zugschrauben osteosynthetisch versorgt wurde. Nach komplikationslosem postoperativem Verlauf begann die Patientin am 10. Tag nach der Operation mit der physikalischen Übungsbehandlung.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (23 Monate nach dem Unfallgeschehen) war das Osteosynthesematerial bereits entfernt und die Fraktur knöchern verheilt. Es zeigten sich weder subjektive noch objektive Beschwerden. Die Beweglichkeit sämtlicher Gelenke der oberen Extremität lag im Normbereich, so daß man insgesamt von einem sehr guten Behandlungsergebnis sprechen kann. Die Patientin arbeitet auch an ihrer alten Arbeitsstelle.

Bild 12 und 13: Röntgenbefund am Unfalltag

Bild 14 und 15: Röntgenbefund 21 Monate nach dem Unfall

Bild 16 und 17: Röntgenbefund zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

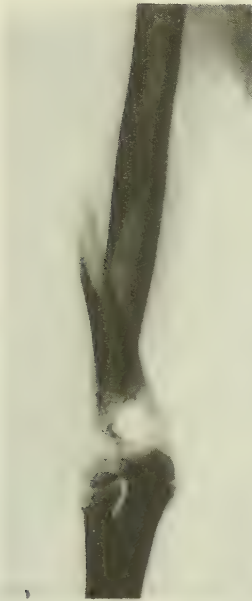


Bild 1

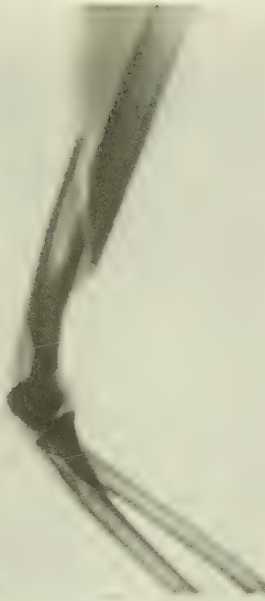


Bild 2

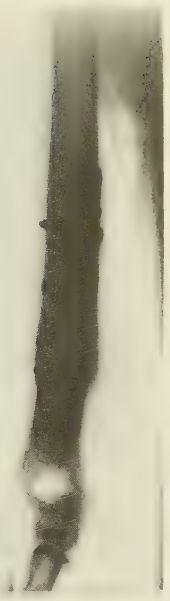


Bild 3

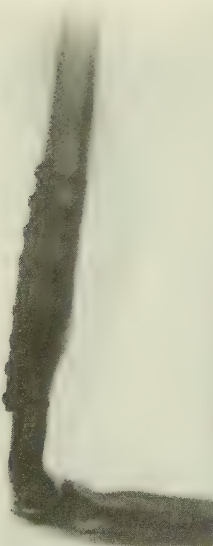


Bild 4



Bild 5

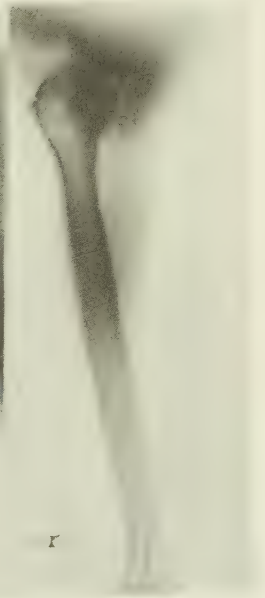


Bild 6



Bild 7



Bild 8

Bild 9



Bild 10

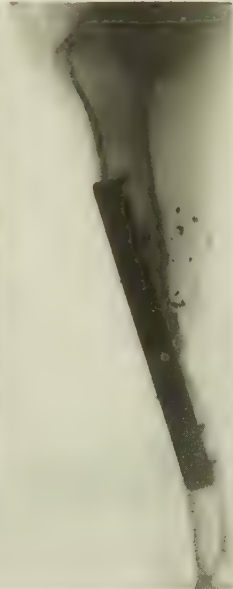


Bild 11

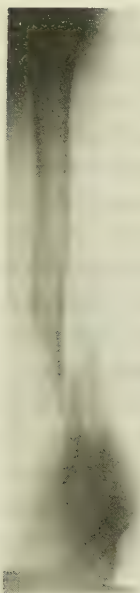


Bild 12

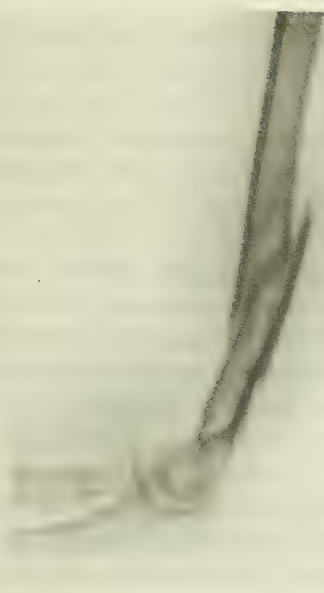


Bild 13



Bild 14



Bild 15



Bild 16

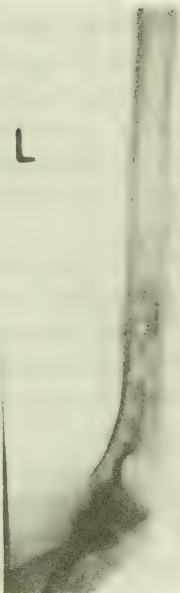


Bild 17

D. DISKUSSION

Vorwegzunehmen ist, daß viele Teile der Arbeit einer Diskussion nicht zugänglich sind, da erstens die in dieser Studie nachuntersuchten Patienten ein selektiertes Krankengut darstellen, und zweitens in der Literatur nicht in jedem Fall Material gefunden werden konnte. Zum Großteil liegt das daran, daß die bisherigen Arbeiten meist nicht speziell die Plattenosteosynthese berücksichtigen, sondern vielmehr die Ergebnisse von konservativer und allgemein operativer Behandlung der Oberarmschaftfraktur vergleichend untersuchen.

Das mittlere Alter der in dieser Arbeit erfaßten 88 Patienten lag mit 52,3 Jahren im Vergleich zu anderen Untersuchungen (KRAKOVIC 27) relativ hoch, was sich dann auch in den Unfallursachen bemerkbar machte. So kam beispielsweise keine einzige Sportverletzung zur Beobachtung, während der Anteil der pathologischen und der im Straßenverkehr erworbenen Frakturen sehr hoch war. KREBS (29) fand unter 20000 Patienten 48 Spontanfrakturen (0,2 %), wir dagegen unter 87 Personen 5 (5,7 %). Die Tatsache, daß in 53,3 % aller Verkehrsunfälle Fußgänger betroffen waren, zeigt, mit welcher Gefährdung gerade ältere Leute, deren Hör- und Sehvermögen oft deutlich beeinträchtigt ist, im Straßenverkehr rechnen müssen.

Offene Frakturen waren bei uns nicht seltener als anderswo (WIEDMER 59, MOCKWITZ 35), wenngleich MOCKWITZ häufiger Mehrfachverletzte beobachtete (27,4 %) als wir (17 %), was möglicherweise wiederum in der anderen Altersverteilung unseres Patientenquotes begründet sein kann - der Altersgipfel Polytraumatisierter liegt im 4. und 5. Dezennium (Tabelle 1)-. Als Frakturformen registrierten wir mehr Trümmer- und weniger Spiralbrüche (nur 5,8 %) als BÖHLER et al. (11). Mögliche Gründe hierfür waren die in der Praxis eher seltener gewordenen einfachen Torsionsfrakturen (WILLENEGGER 1) sowie

die relative und absolute Zunahme der Biegungs- und Stauchungsfrakturen, da nach Ansicht von WILLENEGGER Torsionsmechanismen mit Biegung und Stauchung verbunden sind. Im Übrigen wurde bei über der Hälfte aller Patienten mit kompliziertem postoperativem Verlauf (51,3 %) bei Klinikaufnahme ein Trümmerbruch diagnostiziert.

Unter den insgesamt recht seltenen primären Nebenverletzungen am Oberarm fanden sich als häufigste Prellmarken der Haut und die posttraumatische Radialisparese. Letztere lag mit 9,1 % im Bereich der in der Literatur angegebenen Häufigkeit von 10-15 % (PANNING 40, MÖSENER 11, MOCKWITZ 35, WIEDMER 59, KLAR und KREBS 24). Dabei war die Fraktur wie bei BRUHNS in den Fällen, die mit einer primären Schädigung des N. radialis einhergehen, zu über der Hälfte der Fälle im mittleren, zu ca. 38 % im distalen und nie im proximalen Schaftdrittel lokalisiert. Diese eben erwähnte posttraumatische Radialislähmung gilt für fast alle Autoren als absolute Operationsindikation. Sogar BÖHLER (9) hatte sie vermutlich im Auge, als er auf dem 81. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie (1964) "gegen die operative Behandlung von frischen Oberarmschaftbrüchen" sprach und feststellte: "Der frische Schaftbruch des Oberarms ist der einzige Schaftbruch der langen Röhrenknochen, den man, abgesehen von seltenen Ausnahmen, immer konservativ behandeln kann" (44). Daß dieser Grundsatz auch an der Chirurgischen Universitätsklinik in München gilt, beweisen die Zahlen von primär (22,7 %) und sekundär operativen Eingriffen (77,3 %) bei Oberarmschaftfrakturen. Als häufigster konservativer Behandlungsversuch kam dabei der Desault-Verband zur Anwendung (53 %), gefolgt von Hanging-Cast (19,1 %) und passagerer Extension (17,6 %), die wegen der drohenden Pseudarthrosenbildung in der Regel gemieden wird.

Bezüglich der Indikationsstellung zur Plattenosteosynthese bei der Oberarmschaftfraktur weichen die Meinungen der verschiedenen Autoren mitunter erheblich voneinander ab und

entfachen immer wieder heftige Diskussionen, in denen das letzte Wort vermutlich noch nicht gesprochen ist. An der Chirurgischen Universitätsklinik unterscheidet man in Übereinstimmung mit BANDI (3), MUHR (38), SCHWEIBERER (54) und TSCHERNE (56)

a. absolute Operationsindikationen

1. Offene Humerusfrakturen; hier vor allem zweitgradig und drittgradig offene Brüche, häufig einhergehend mit Knochendefekten
2. Humerusfrakturen mit primärer Radialisparese und solche, die nach Repositionsmanövern oder während der konservativen Behandlung sekundäre Radialisparesen entwickeln
3. Serienfrakturen der oberen Extremität
4. Doppelseitige Humerusschaftfrakturen

und b. relative Operationsindikationen

1. Polytrauma mit Humerusschaftfraktur
2. Reine Quer- und distale Schaftbrüche, die zu verzögerter Konsolidierung und Pseudarthrose sowie zu stärkeren Rotationsfehlstellungen neigen
3. Humerusschaftfrakturen mit erheblicher Fehlstellung
4. Wunsch des Patienten, keinen fixierenden Verband tragen zu müssen.

Die Wahl des richtigen Osteosynthesematerials ist dabei zweifelsohne von entscheidender Bedeutung für Erfolg oder Mißerfolg der gesamten Behandlung, jedoch können wir der Ansicht von MUHR (38) nicht folgen, der die schmale Platte völlig ablehnt. Bei uns zeigten die mit schmalen und breiten Platten versorgten Patienten in annähernd gleicher Häufigkeit postoperative Übungsstabilität und Komplikationen. Bei Implantation der schmalen AO-Platte kam es zwar etwas öfter zum Ausriß des Metalls, dafür aber seltener zur Ausbildung einer postoperativen Radialislähmung.

Nach der Operation hat sich bei uns - ähnlich wie bei SAE-GESSER (45) - eine vorübergehende kurzfristige Ruhigstellung der betroffenen Extremität auf einer dorsalen Gipsschiene be-

währt. Die krankengymnastischen Bewegungsübungen beginnen an der Chirurgischen Universitätsklinik München in der zweiten postoperativen Woche; COTTA (14), SAEGESEER (45) und MUHR (38) empfehlen sie schon ab dem ersten, REHN (41) ab dem 4. Tag nach der Operation.

Mit 12,5 % postoperativen Pseudarthrosen, 8,9 % sekundären Radialispareesen und 4,5 % Osteitiden liegen unsere postoperativen Komplikationen im Vergleich zu den in der Literatur beschriebenen (BÖHLER 9, KRAKOVIC 28, MUHR 38, REHN 41 + 42, TSCHERNE 56 und WIEDMER 59) recht erfreulich niedrig. Allerdings ist ein direkter Vergleich nicht immer möglich, da die operativen Methoden in den meisten Publikationen nicht näher differenziert sind.

Das Zeitintervall bis zur Wiedererlangung der 100 % Arbeitsfähigkeit erstreckte sich bei störungsfreiem Heilverlauf über durchschnittlich 20 Wochen und bestätigt damit die Aussagen von BÜRKLE DE LA CAMP (13) und eine Studie von SUVA, die WIEDMER (59) anführt, die beide von einer durchschnittlich ca. 5 Monate dauernden Arbeitsunfähigkeit sprechen. Die relativ lange stationäre Verweildauer in der Klinik (5,8 Wochen durchschnittlich) dürfte bei dem von uns untersuchten Krankengut z.T. ihre Erklärung darin finden, daß 77,3 % aller Patienten ja konservativ vorbehandelt wurden.

Wie FRIEDRICH (18) empfiehlt die Chirurgische Klinik der Universität München die Metallentnahme nicht vor Ablauf eines Jahres. Bei älteren Leuten sind wir mit MUHR (38) der Ansicht, daß sich eine Materialentfernung meist erübrigt, da im hohen Alter - von seltenen Ausnahmen abgesehen - wenige Gründe für, bekanntermaßen aber viele gegen eine Entfernung des Osteosynthesematerials sprechen.

Bei der Nachuntersuchung erwies sich die Neutral-Null-Methode als eine ausgezeichnete, exakt beschreibende Form der Gelenkmessung zur genauen Protokollierung unterschiedlicher Motili-

tätsbehinderungen in den Gelenken der oberen Extremität. Auch das einfache Röntgenbild informiert bei sorgfältiger Betrachtung bestens nicht nur über den ungestörten, sondern ganz besonders auch über den verzögerten Heilverlauf operativ versorgter Knochenbrüche. Nur in den wenigsten Fällen werden deshalb zusätzliche Untersuchungen wie Tomographie oder Szintigraphie notwendig sein, um die Diagnostik der Frakturheilung zu bereichern (BEDACHT 60, RÜEDI und ALLGÖWER 43).

Die Endergebnisse dürfen als befriedigend bis gut bezeichnet werden, wenn man bedenkt, daß die erwähnten Operationsindikationen zu einer Selektion der schwierigen Frakturformen führen. Wie die dargestellten Ergebnisse zeigen, hat sich die Plattenosteosynthese bei entsprechender Handhabung und Operationserfahrung bewährt. Sie kann in bestimmten Fällen der konservativen Behandlung der Oberarmschaftfraktur überlegen sein, auch wenn sie mit verschiedenen Risiken wie intraoperativer Radialisschädigung oder Infektion und der Gefahr einer Pseudarthrosenbildung behaftet und gegenüber konservativen Verfahren mit größerem personellem und technischem Aufwand verbunden ist.

E. ZUSAMMENFASSUNG

An Hand von 112 Operationen, die von 1967 bis zum Sommer 1975 an 88 Patienten durchgeführt wurden, wird das Verfahren der Druckplattenosteosynthese bei Oberarmschaftbrüchen und -pseudarthrosen untersucht.

Nach Darstellung der Anatomie und einigen funktionellen Bemerkungen werden aus der Literatur Frakturformen und -mechanismen am Oberarm, Unfallursachen sowie primäre Nebenverletzungen zusammengestellt und anschließend Materialfragen, postoperative Komplikationen und die Indikationsstellung zur Plattenosteosynthese bei dieser Fraktur besprochen. Im folgenden Abschnitt werden die eigenen Ergebnisse der prä- und postoperativen Auswertung einschließlich der Nachuntersuchungsergebnisse mitgeteilt.

Die Behandlungserfolge der 112 Operationen an Patienten, die nach streng gestellten Indikationen durch Plattenosteosynthese versorgt wurden, zeigen, daß auch unter erschwerten Bedingungen durch verbesserte Operationstechnik und Wahl des geeigneten Osteosyntheseverfahrens die operative Behandlung der Oberarmschaftfraktur ein probates Verfahren darstellt. Dennoch muß darauf hingewiesen werden, daß die Plattenosteosynthese mit nicht zu unterschätzenden Risiken für den Patienten verbunden ist, weshalb die Oberarmschaftfraktur auch weiterhin eine Domäne der konservativen Bruchbehandlung bleiben wird. Sollte sich dennoch ein operatives Eingreifen als notwendig erweisen, liefert die Behandlung mit der AO-Platte gute Ergebnisse.

24. KLAR,
KREBS, H. Zit. aus: BÜRKLE DE LA CAMP, H.
Handbuch der gesamten Unfall-
heilkunde
Stuttgart: Enke 1963
25. KLEMS, H.;
M. WEIGERT Plattenosteosynthese bei Unter-
armschaftfrakturen und -pseud-
arthrosen
Mschr.Unfallheilk. 78 (1975) 178
26. KNOEFLER, E.W. Behandlungsergebnisse der Unter-
arm pseudarthrosen
Zbl.Chir. 98 (1973) 1059
27. KRAKOVIC, M.;
A. SCHMIDT;
A. EL SIGAI Zur Operationsindikation bei
schultergelenksnahen Oberarmfrak-
turen und deren Ergebnisse
Mschr.Unfallheilk. 78 (1975) 326
28. KRAKOVIC, M.;
K.E. SEIFFERT Zur Behandlung der Oberarmfrak-
turen. Untersuchung von 212
Frakturen
Bruno Beitr.klin.Chir. 220 (1973)
725
29. KREBS, H. Behandlung pathologischer Frak-
turen
H.Unfallheilk. 126 (1975) 349
30. MAST, J.W.;
P.G. SPIEGEL;
J.P. HARVEY;
C. HARRISON Fractures of the humeral shaft:
a retrospective study of 240
adult fractures
Clin.Orthop. (1975) 254
31. MAURER, G.;
H. COTTA;
H. ECKE; J. REHN;
H. TSCHERNE Behandlung der Oberarmschaft-
fraktur. Rundgespräch
Langenbecks Arch.klin.Chir. 332
(1972) 403

32. MAURER, G.;
F. LECHNER
Zit. aus: BÜRKLE DE LA CAMP, H.
Handbuch der gesamten Unfall-
heilkunde
Stuttgart: Enke 1963
33. MILLESI, H.;
M. SAMII
Zit. aus: SARVESTANI, M.;
M. SAMII
Zum Problem der Radialisläsion
bei Oberarmschaftbrüchen
H.Unfallheilk. 117 (1974) 381
34. MLCOCH, R.
Operative Behandlung der Brüche
des proximalen Humerusendes
H.Unfallheilk. 126 (1975) 45
35. MOCKWITZ, J.;
M. GOTTSCHALK
Oberarmschaftbrüche mit Speichen-
nervläsion (Ergebnisse)
H.Unfallheilk. 117 (1974) 385
36. MÜLLER, M.E.;
M. ALLGÖWER;
H. WILLENEGGER
Manual der Osteosynthese
Berlin, Heidelberg, New York:
Springer 1969
37. MÜLLER, M.E.
Zit. aus: SAEGESSER, M.
Spezielle Chirurgische Therapie
10. Aufl.
Bern, Stuttgart, Wien: Huber 1976
38. MUHR, G.;
H. TSCHERNE;
G. ZECH
Konservative und operative Be-
handlung der Oberarmschaftbrü-
che
Mschr.Unfallheilk. 76 (1973) 128
39. NAPIERALSKI, K.;
D. RÜSTER
Zur Pathogenese und Klinik von
Etagenfrakturen der oberen Ex-
tremitäten
Zbl.Chir. 28 (1970) 814

48. SARVESTANI, M.;
M. SAMII
Zum Problem der Radialisläsion
bei Oberarmschaftbrüchen
H.Unfallheilk. 117 (1974) 381
49. DEBRUNNER, H.U.
AO-Bulletin: Gelenkmessung (Neu-
tral-O-Methode), Längenmessung,
Umfangmessung (1971)
50. SCHAUWECKER, F.;
J. RENNE;
E. BÄUERLE
Die operative Behandlung der di-
stalen Humerusfrakturen
Arch.orthop.Unfallchir. 81
(1975) 77
51. SCHMELZEISEN
Der Einfluß der Rotatoren-Man-
schette auf proximale und di-
stale Humerusfrakturen
H.Unfallheilk. 126 (1975) 35
52. SCHOLZ, R.
Zur Radialisverlagerung bei
Plattenosteosynthese von Ober-
armschaftbrüchen im mittleren
Drittel
H.Unfallheilk. 126 (1975) 363
53. SCHOLZE, H.
Indikationsfehler bei der Be-
handlung von Oberarmschaftbrü-
chen
Langenbecks Arch.klin.Chir. 327
(1970) 845
54. SCHWEIBERER, L.;
P. POEPLAU;
S. GRAEBER
Plattenosteosynthese bei Ober-
armschaftfrakturen
H.Unfallheilk. 80 (1977) 231
55. SCHWEIKERT, C.H.
Gelenknahe Frakturen
H.Unfallheilk. 121 (1975) 51

56. TSCHERNE, H. Primäre Behandlung der Oberarm-
 schaftfrakturen
 Langenbecks Arch.klin.Chir. 332
 (1972) 379
57. WALDEYER, A. Anatomie des Menschen
 Berlin: de Gruyter 1962
58. WEHNER, W. Zur Behandlung der distalen Hu-
 merusfrakturen im Erwachsenen-
 alter
 Zbl.Chir. 97 (1972) 1671
59. WIEDMER, U. Die Behandlung der frischen Hu-
 merusschaftfrakturen beim Er-
 wachsenen
 Helv.Chir.Acta 41 (1974) 233
60. WILHELM, K.; Die Frakturheilung im Röntgen-
 R.L. RUEFF; bild bei operativen und konser-
 R. BEDACHT; vativen Behandlungsmethoden
 M. WILHELM Radiologie 9 (1969) 209

Herrn Professor Dr. G. Heberer bin ich für die Möglichkeit, an der Chirurgischen Universitätsklinik München arbeiten zu können, zu Dank verpflichtet.

Ich erlaube mir, Herrn Professor Dr. R. Bedacht für die Überlassung des Themas sowie für die wertvollen Anregungen bei der Ausarbeitung zu danken.

Herrn Professor Dr. M. Pöschl danke ich für die Überlassung der Röntgenbilder.

Herrn Professor Dr. G. Heberer danke ich für die Übernahme des Coreferates.

Besonderer Dank gilt Herrn Dr. G. Lob für die Mitarbeit bei der Nachuntersuchung.

LEBENS LAUF

Am 2. Dezember 1952 wurde ich, Wolfgang Frei, als Sohn des Internisten Dr. med. Edmund Frei und seiner Ehefrau Erna-Maria, geb. Huber, in München geboren.

In den Jahren 1958 bis 1962 besuchte ich die Volksschule in Kelheim und trat im Herbst 1962 in das Humanistische Gymnasium der Benediktiner in Ettal/Obb. ein, wo ich im Juni 1971 das Abitur ablegte.

Im Wintersemester 1971/72 begann ich dann mein Medizinstudium an der Ludwig Maximilians-Universität in München. Im Frühjahr 1974 beschloß ich den vorklinischen Studienabschnitt mit dem Physikum und absolvierte im April 1975 den 1. Teil der Ärztlichen Prüfung und im März 1977 deren 2. Teil. Das Medizinstudium werde ich mit Ablegung des 3. Teilabschnitts der Ärztlichen Prüfung im Frühjahr 1978 beenden.

